

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

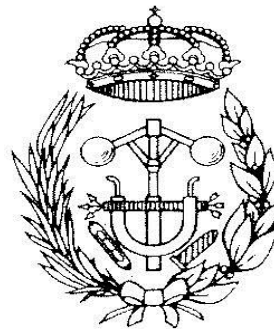
Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

MEMORIA

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
1.1.2. SITUACIÓN.....	1
1.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SUPERFICIE Y ALTURAS.....	1
1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	1
1.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	2
1.2. PREVISIÓN DE CARGAS.....	2
1.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS.....	2
1.4. NORMATIVA.....	3
1.5. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	3
1.5.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.5.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	4
1.5.3. SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	4
1.6. ALUMBRADO.....	4
1.6.1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.6.2. ALUMBRADO INTERIOR.....	5
1.6.3. ALUMBRADO EXTERIOR.....	6
1.6.4. ALUMBRADOS ESPECIALES: EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.....	6
1.6.5. ACCIONAMIENTO DE LAS LUMINARIAS.....	9
1.7. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	9
1.7.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.7.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES.....	10
1.7.2.1 Calentamiento.....	10
1.7.2.2 Caída de tensión y pérdida de potencia.....	10
1.7.3. PRESCRIPCIONES GENERALES.....	11
1.7.3.1 Naturaleza de los conductores.....	11
1.7.3.2. Conductores de protección.....	11
1.7.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	12
1.7.4.1. Canalizaciones.....	12
1.7.4.2. Tubos protectores.....	12
1.7.4.3. Receptores a motores (ITC-BT-47).....	14
1.7.4.4. Receptores para alumbrado (ITC-BT-44).....	14
1.7.5. TOMAS DE CORRIENTE.....	15
1.7.5.1. Introducción.....	15
1.7.5.2. Tipos de tomas de corriente.....	15
1.7.5.3. Situación y número de tomas de corriente.....	15
1.7.6. CÁLCULOS DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	16
1.7.7. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	17
1.7.8. SOLUCIONES ADOPTADAS.....	18
1.7.8.1. Conductores.....	18
1.7.8.2. Canalizaciones.....	18
1.8. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	19
1.8.1 INTRODUCCIÓN.....	19
1.8.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	20
1.8.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	21
1.8.3.1 Protección contra sobrecargas.....	21
1.8.3.2. Protección contra cortocircuitos.....	22
1.8.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	23
1.8.3.4. Cálculo de las impedancias.....	25
1.8.4. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....	27
1.8.4.1. Protección contra contactos directos.....	27



1.8.4.2. Protección contra contactos indirectos.	27
1.8.5 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	28
1.9. PUESTAS A TIERRA.	31
1.9.1 INTRODUCCIÓN.	31
1.9.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	31
1.9.3. Partes de la puesta a tierra	32
1.9.3.1 El terreno.....	32
1.9.3.2. Las tomas de tierra.	32
1.9.3.2.1. Electrodo.....	32
1.9.3.2.2. Línea de enlace con tierra.....	33
1.9.3.2.3. Punto de puesta a tierra.....	33
1.9.3.3. La línea principal de tierra.....	33
1.9.3.4. Las derivaciones de las líneas principales de tierra	33
1.9.3.5. Los conductores de protección.....	34
1.9.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.	34
1.9.5. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	34
1.10. POTENCIA A COMPENSAR.	34
1.10.1 GENERALIDADES.....	34
1.10.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA.....	35
1.10.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.....	35
1.10.3.1. Procedimientos directos.	35
1.10.3.2. Procedimientos indirectos.....	35
1.10.3.3. Elección del método de compensación.....	36
1.10.4. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN.....	36
1.10.4.1. Clasificación por la situación de la compensación.....	36
1.10.4.2. Elección de la situación para la compensación.	36
1.10.4.3. Clasificación por tipo de condensador.....	36
1.10.4.4 Elección del tipo de compensación.....	37
1.10.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA.	37
1.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	37
1.11.1. INTRODUCCIÓN.	37
1.11.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	37
1.11.3. TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	38
1.11.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	38
1.11.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	38
1.11.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS.....	39
1.11.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	39
1.11.7.1. Obra civil.....	39
1.11.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	41
1.11.8.1. Introducción.	41
1.11.8.2. Características de la red de alimentación.	41
1.11.8.3. Características de la aparamenta en media tensión.....	41
1.11.8.4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión.	43
1.11.9. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	45
1.11.10. INSTANCIAS.....	46
1.11.11. APARATOS DE MEDIA TENSIÓN.....	46
1.11.12. AISLAMIENTO.....	46
1.11.13. INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	46
1.12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	47

MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN.

1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto de este proyecto de fin de carrera es la descripción de la instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial dedicada a la carpintería, la instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado interior general: exterior interior y de emergencia.
- Instalación de fuerza y tomas de corriente.
- Centro de transformación propio de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia de la instalación mediante la utilización de batería de condensadores.

1.1.2. SITUACIÓN.

La nave se encontrará situada en el polígono Areta, Calle Ripagain "E", Nº 6, 31620 Huarte (Navarra) España.

1.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SUPERFICIE Y ALTURAS.

La parcela dispone de una superficie útil de 1900m^2 de los cuales $1159,2\text{m}^2$ estarán ocupados por la nave, con unas medidas de $27,6 \times 42 \text{ m}$ y la siguiente distribución.

Interior de la nave:

- Almacén: $16,2 \times 17\text{m}$, $275,4\text{m}^2$.
- Zona de producción: $531,97\text{m}^2$.
- Sala de compresores: $6 \times 4\text{m}$, 24m^2 .
- Sala de calderas: $6 \times 4\text{m}$, 24 m^2 .
- Almacén de productos químicos: $4 \times 4,5\text{m}$, 18 m^2 .
- Vestuario femenino y vestuario masculino: ambos $7 \times 5\text{m}$, 35 m^2 .
- Comedor: $7 \times 6\text{m}$, 42 m^2 .
- Pasillo 1: $3 \times 16,2\text{m}$, $48,6 \text{ m}^2$.
- Pasillo 2: $1,4 \times 10,1\text{m}$, $14,14 \text{ m}^2$.
- Sala de espera: $31,2725 \text{ m}^2$.
- Aseo sala de espera: $2 \times 1,675\text{m}$, $3,35 \text{ m}^2$.
- Despacho director: $4,9 \times 5\text{m}$, $24,5 \text{ m}^2$.
- Aseo despacho director: $2 \times 2\text{m}$, 4 m^2 .
- Archivo: $2 \times 2,9\text{m}$, $5,8 \text{ m}^2$.

Exterior de la nave:

- Centro de transformación prefabricado de $10,6 \text{ m}^2$

Descripción de alturas:

- La altura de la nave es de 6m en la zona de producción y almacén, el resto de la nave dispondrá de tres metros de altura hasta el falso techo.

1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

La nave industrial estará destinada a la carpintería, centrándose en la fabricación y almacenaje de productos por encargo, de tamaño medio, principalmente muebles.

1.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

El suministro de energía eléctrica será realizado por IBERDROLA a una tensión de 13,2 KV y frecuencia de 50 Hz desde la línea de su propiedad. Realizándose el conexionado en el centro de transformación del polígono.

1.2. PREVISIÓN DE CARGAS.

Fuerza	Potencia (W)
Sierra 1	90000
Sierra 2	75000
Lijadora 1	6000
Lijadora 2	6000
Lijadora 3	6000
Lijadora 4	6000
Pulidora 1	12000
Pulidora 2	12000
Pulidora 3	12000
Pulidora 4	12000
Pulidora 5	12000
Pulidora 6	12000
Cabina de barnizado 1	5000
Cabina de barnizado 2	5000
Cabina de barnizado 3	5000
Cabina de barnizado 4	5000
Tomas de corriente	12505
Caldera	14000
Compresor	15000
Total fuerza= 322505 W	

Alumbrado	Potencia (W)
Alumbrado interior	23895
Alumbrado exterior	1050
Alumbrado de emergencia	246
Total alumbrado =25191	

POTENCIA TOTAL INSTALADA	347696
---------------------------------	---------------

1.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS.

La instalación se compone de un cuadro general y 4 cuadros secundarios.

- Cuadro general, situado en el acceso a la nave en el pasillo 2, del cual se protegen las líneas a los cuadros secundarios.

- Cuadro secundario I. Situado cerca de la sala de calderas en la zona de producción. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la sierra 1, lijadoras 1 y 2, pulidoras 1, 2 y 3, cabinas de barnizado 1 y 2.
- Cuadro secundario II Situado en el acceso a la zona de producción a la salida de los vestuarios. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la sierra 2, lijadoras 3 y 4, pulidoras 4, 5 y 6, cabinas de barnizado 3 y 4, y compresor.
- Cuadro secundario III. Situado en el pasillo 1 cerca del acceso a la sala de espera. Alimenta toda la iluminación de la nave, excepto la de las zonas de producción y el almacén, calderas; y todas las tomas de fuerza excepto las que cuelgan del cuadro secundario IV.
- Cuadro secundario IV. Situado en el acceso a las oficinas. De él se enciende todo el alumbrado de la zona de producción y del almacén además de alimentar las tomas de corriente tanto trifásicas como monofásicas de las mismas.

1.4. NORMATIVA.

La realización del presente proyecto, así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.
Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.
- NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA
- TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.
Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

1.5. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.

1.5.1 INTRODUCCIÓN.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparataje encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

T = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

T = masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de

la alimentación.

N = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

1.5.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Existen tres tipos de esquemas de distribución:

- Esquema TN: los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.
En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.
- Esquema TT: el esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.
En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.
- Esquema IT: el esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.
En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.5.3. SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.

El sistema elegido es el TT (el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC 08 del REBT 2002).

Con este tipo de régimen debemos colocar diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

La solución más segura sería elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.

Por otro lado, el esquema TN se desecha, ya que, es muy parecido al TT y éste último es el más utilizado en este tipo de instalaciones. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este tipo de instalaciones. También la ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario (R_u), es decir, la podemos vigilar y controlar, la seguridad está en nuestras manos, bajo nuestra responsabilidad.

1.6. ALUMBRADO.

1.6.1 INTRODUCCIÓN.

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas

buenas condiciones de visibilidad.

- La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

1.6.2. ALUMBRADO INTERIOR.

Luminarias utilizadas para el alumbrado interior:

Complejo interior: Philips gama Savio TBS771. Equipada con la nueva tecnología óptica de microprismas, patentada por Philips, la completa gama de luminarias Savio combina su diseño de vanguardia con un rendimiento óptimo, tanto para iluminación general como localizada. El efecto luminoso "de extremo a extremo" de Savio favorece la sensación de confort y homogeneidad, creando una auténtica "superficie de luz". Su óptica de microprismas consta de una sola placa integrada en una carcasa de aluminio anodizado natural de alta calidad.

Savio garantiza una distribución de la luz óptima y un pleno control del deslumbramiento, conforme a la última norma de alumbrado de oficinas (EN 12464-1). Las luminarias Savio con Alumbrado Dinámico estimulan la sensación de actividad mediante la creación de luz artificial que varía durante el transcurso del día o que se programa en función de las preferencias personales. Savio está disponible en una gama completa: montaje suspendido, adosado, empotrado, aplique de pared o luminaria de pie.

Zona de producción y almacén: Philips gama Performalux. La campana industrial PerformaLux está diseñada para ofrecer el mejor rendimiento luminotécnico del mercado, en cuanto a este tipo de luminarias se refiere. Cumple todos los requisitos necesarios para soportar las estrictas condiciones del entorno industrial. Posee el mejor rendimiento (LOR) de su clase, lo cual significa que se requieren menos luminarias para conseguir el nivel de iluminación deseado y, en consecuencia, el coste total de propiedad es menor. PerformaLux permite ajustar el haz de luz, hecho que le confiere mayor flexibilidad cuando se alteran los escenarios o las distribuciones de planta. La apertura del haz puede ampliarse fácilmente de estrecho a medio o ancho accionando un asa integrada. Aunque esta gama ha sido concebida en principio para aplicaciones industriales, su robusto diseño combinado con una amplia variedad de lámparas y con reflectores tanto de aluminio como traslúcidos decorativos, permiten extender su uso a otras aplicaciones de iluminación general, por ejemplo, tiendas o grandes almacenes. PerformaLux está disponible en tres tamaños: grande, mediano y pequeño.

Tabla con descripción de las luminarias empleadas en cada parte de la nave:

	Luminaria	Nº	Punidad (W)	Ptotal (W)
Almacén	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB	25	165	4125
Zona de producción	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB	50	165	8250
Sala de compresores	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Sala de calderas	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Almacén de productos químicos	Philips TBS771 6xTL5-14W	4	96	384
Vestuario femenino	Philips TBS771 6xTL5-14W	24	96	2304

Vestuario masculino	Philips TBS771 6xTL5-14W	24	96	2304
Comedor	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Pasillo 1	Philips TBS771 6xTL5-14W	18	96	1728
Pasillo 2	Philips TBS771 6xTL5-14W	5	96	480
Sala de espera	Philips TBS771 6xTL5-14W	6	96	576
Aseo sala de espera	Philips TBS771 6xTL5-14W	2	96	192
Despacho director	Philips TBS771 6xTL5-14W	6	96	576
Aseo despacho director	Philips TBS771 6xTL5-14W	1	96	96
Archivo	Philips TBS771 6xTL5-14W	2	96	192
Centro transformación	Philips TBS771 6xTL5-14W	1	96	96
TOTAL				23895

1.6.3. ALUMBRADO EXTERIOR.

Para la iluminación exterior no se ha usado el programa, se han elegido unas luminarias indicadas para exterior y se colocarán a lo largo de todo el perímetro de la nave para proporcionar visibilidad suficiente durante la noche. Se instalarán a 4 metros de altura sobre el suelo y a se dispondrán en los accesos de la nave, tanto en los de personal como en los de camiones como en las salidas de emergencia.

La luminaria escogida, también de la casa PHILIPS es:

	Luminaria	Numero de luminarias	P unidad(W)	P total (W)
Exterior	1 x MASTERColour CDM-TD / RX7s / 70	15	70	1050

1.6.4. ALUMBRADOS ESPECIALES: EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.

Según la ITC-BT 28, los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Se distinguen 2 tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

- Alumbrado de señalización:

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el periodo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado,

al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Si los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

- Alumbrado de emergencia:

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla práctica para distribución de las luminarias de emergencia, se determina que:

- La iluminancia mínima será de 5 lux.
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.
- La separación mínima será de h ; siendo h la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2.5 metros.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.

- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

- *Luminarias autónomas:* Se caracterizan porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo.
- *Luminarias centralizadas:* Se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

- *Luminarias permanentes:* Son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbramiento, normal y de emergencia.
- *Luminarias no permanentes:* son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal, es decir, cuando se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.
- *Luminarias combinadas:* son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas:

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizará en este proyecto.

En concreto, se utilizarán luminarias de la marca NORMALUX. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados, autonomía, potencia de las lámparas, índices de protección y tipo de acumuladores de carga.

Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catálogo del fabricante.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar.

Así, en el área de oficinas, vestuarios y recibidor, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,30 metros. En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción y el almacén, se colocarán a una altura superior, a 3,5 metros del suelo, ya que tienen que iluminar un área mayor. A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia, así como la marca y el modelo escogido:

El modelo es DUNNA COMBINADO de la casa Normalux,

	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/m ²)	Flujo necesario	Luminaria	Nº de luminarias	Potencia total(W)
Almacén	275,4	5	1377	DC-150 (300 lm)	5	30
Zona de producción	531,97	5	2659,85	DC-150 (300 lm)	9	54
Sala de compresores	24	5	120	DC-60 (60 lm)	2	12,8

Sala de calderas	24	5	120	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Almacén de productos químicos	18	5	90	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Vestuario femenino	35	5	175	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Vestuario masculino	35	5	175	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Comedor	42	5	210	DC2-150 (140 lm)	2	11
Pasillo 1	48,6	5	243	DC2-150 (140 lm)	2	11
Pasillo 2	14	5	70	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Sala de espera	31,2725	5	156,3625	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Aseo sala de espera	3,35	5	16,75	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Despacho director	24,5	5	122,5	DC2-150 (140 lm)	1	5,6
Aseo despacho director	4	5	20	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Archivo	5,8	5	29	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Centro transformación	10,6	5	53	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Total						246

1.6.5. ACCIONAMIENTO DE LAS LUMINARIAS.

Para el accionamiento de las luminarias donde haya mayor potencia como son la zona de producción y el almacén se dispondrá de pulsadores con realimentación como se detalla en el esquema de mando en el apartado Planos.

1.7. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

1.7.1 INTRODUCCIÓN.

El cálculo de las secciones de los conductores tiene por objeto determinar las dimensiones de los cables que transportan la corriente, teniendo en cuenta factores como los esfuerzos térmicos y las caídas de tensión.

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en nuestro caso desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Vamos a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, que como es de baja tensión, han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos por lo tanto corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.7.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES.

Tendremos en cuenta a la hora de calcular las líneas de distribución los siguientes factores.

1.7.2.1 Calentamiento.

Si por un conductor cuya resistencia es R , circula una intensidad I , se eleva su temperatura. Se puede demostrar que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad, por lo que, si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Para cada sección de los conductores, existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes señalados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes al RBT.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementado a esas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección a esa intensidad admisible, que dependen de la temperatura ambiente, del tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-BT-06 e ITC-BT-07.7

Para hallar esta intensidad a buscar en las tablas, se realizarán los siguientes pasos:

- Determinar la intensidad de diseño I_b .

- I_b monofásica:

$$I_b = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

- I_b trifásica:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

- Calcular factores de corrección.
- Modificar la intensidad de diseño.

$$I'_b = \frac{I_b}{F_{local} \cdot F_{temp} \cdot F_{agrup} \cdot F_{armón}}$$

1.7.2.2 Caída de tensión y pérdida de potencia.

Una vez calculada la sección de acuerdo con la intensidad que ha de circular. Hay que calcularla también con el criterio de caída de tensión, para asegurarnos de que la caída de tensión producida en el conductor es menor del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para fuerza. Se utilizarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que tengamos:

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Siendo:

- U: caída de tensión en voltios.
- L: longitud de la línea en metros.
- I_n : intensidad nominal de la línea en amperios.
- $\cos \varphi$: factor de potencia.
- C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre, 35 aluminio).
- S: sección del cable en mm^2 .

Una vez obtenida la sección por ambos métodos (criterio térmico y criterio de caída de tensión), se elegirá la mayor sección de las dos.

1.7.3. PRESCRIPCIONES GENERALES.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar las tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

1.7.3.1 Naturaleza de los conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-20.

1.7.3.2. Conductores de protección.

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de: 2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica; 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 25 mm^2 , se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm^2 .

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, remplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.7.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.

1.7.4.1. Canalizaciones.

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados etc.

1.7.4.2. Tubos protectores.

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que se tengan. Algunas de estas son: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían poder soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70°C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la ITC-BT-21.

Para la ejecución de las canalizaciones **bajo tubos protectores**, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en **montaje superficial** se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen **empotrados**, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 8 y las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable.
- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuanto todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-BT-21.

1.7.4.3. Receptores a motores (ITC-BT-47).

Según indica el RBT, en un ITC-BT-47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios motores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.7.4.4. Receptores para alumbrado (ITC-BT-44)

Según la ITC-BT-44, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90.

1.7.5. TOMAS DE CORRIENTE.

1.7.5.1. Introducción.

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la Norma UNA 60309.

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento cálculos del presente proyecto.

1.7.5.2. Tipos de tomas de corriente.

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Tomas de corriente monofásicas para los ordenadores.
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).

1.7.5.3. Situación y número de tomas de corriente.

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

- Almacén:
 - 6 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
 - 4 Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).
- Zona de producción:
 - 6 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
 - 6 Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).
- Sala de compresores:
 - 2 Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).
- Sala de calderas:
 - 2 Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).
- Almacén de productos químicos:
 - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Vestuario femenino:
 - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Vestuario masculino:
 - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Comedor:
 - 5 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Pasillo 1:
 - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Pasillo 2:
 - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Sala de espera:
 - 3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Aseo sala de espera:
 - 1 Toma de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Despacho director:
 - 5 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
 - 1 Tomas de corriente monofásica para ordenador.

- Aseo despacho director:
 - 1 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Archivo:
 - 3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Centro de transformación:
 - 1 Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T).
- Total:
 - 44 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T).
 - 1 Toma de corriente monofásica para ordenador.
 - 14 Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T).

1.7.6. CÁLCULOS DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto se indica el proceso y posteriormente se especifica los cables seleccionados. Los pasos a seguir son los siguientes:

Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores.
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de las líneas.
- Tensión de las líneas.

En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

Receptor monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Receptor trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

- I: Intensidad en A.
- P: Previsión de potencia del receptor en W.
- V: Tensión de la línea que le suministra en V. En este caso 230/400V.
- Cos φ : Factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1.25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga, se calculará para una carga total de 1,8 veces la potencia nominal.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas a las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección recogidos en la ITC-BT-06 e ITC-BT-07.

Por tanto, para calcular la intensidad definitiva, ésta se multiplicará por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.

1.7.7. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

1. Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección:

Hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada receptor, de modo que la potencia suministrada por cada uno quede mas o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que no es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de oficinas con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que esto puede provocar picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de dicha iluminación. La configuración final de las líneas aparece en los planos.

2. A continuación, también hay que elegir el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre).
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
- Material aislante (PVC, XLPE).
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor).

3. Tras haber tomado la decisión de los puntos 1 y 2, ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios, ya mencionados en este mismo apartado de la memoria:

- Criterio térmico:

Se basa en el calentamiento del conductor. Consiste en limitar la densidad de corriente de tal manera que el conductor, no adquiera una temperatura excesiva y acabe quemándose. Es decir, lo que nos limita es la corriente máxima que circula por el conductor. Nos dará la I_{max} admisible del conductor.

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido en el punto 2, se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el RBT en su ITC-BT-06 si la línea es aérea, ITC-BT-07 si es subterránea o en la ITC-BT-19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). En el apartado de cálculo viene detallada la canalización de cada línea.

- Criterio de caída de tensión:

Se basa en la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. Para ellos tendremos que tener en cuenta la caída de tensión máxima permitida por el RBT.

Teniendo en cuenta las condiciones que viene recogidas en el RBT según la ITC-BT-19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión, tal y como se ha explicado anteriormente.

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\phi}{U \cdot C}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\varphi}{U \cdot C}$$

Siendo:

- U: caída de tensión en voltios.
- L: longitud de la línea en metros.
- I_n : intensidad nominal de la línea en amperios.
- $\cos\varphi$: factor de potencia.
- C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre 35 aluminio).
- S: sección del cable en mm^2 .

4. Una vez calculada la sección de la línea por ambos métodos, se escogerá como resultado la mayor.

5. Para terminar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo las tablas de la ITC-BT-07 u otras ITC correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, en el documento cálculos.

1.7.8. SOLUCIONES ADOPTADAS.

1.7.8.1. Conductores.

- **Para la acometida:** cable flexible RZ1KZ1-K (AS) Prysmian de 0,6/1 kV y de alta seguridad (AS) con aislamiento de XLPE, pantalla de hilos de cobre y cubierta de poliolefinas para alimentación de motores con variadores de frecuencia. Libre de halógenos, no propagador de la llama, ni del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Diseñado según UNE 21123-4. Tipo Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS).
- **Para el interior de la nave industrial:** cable de cobre flexible RZ1-K (AS) Prysmian de 0,6/1 kV y de alta seguridad (AS) con aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefinas. Libre de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Diseñado según UNE 21123-4. Tipo Afumex 1000 V Iris Tech (AS).

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión determinadas por el RBT y las intensidades admisibles por los conductores en todos los casos, siempre serán superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento Cálculos del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

1.7.8.2. Canalizaciones.

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave, situado a 28 metros. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 150 mm^2 y el neutro por tres cables unipolares de 70 mm^2 . Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna

de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 125 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N.

Canalización general:

El resto de la canalización se realizará a través de tubos de PVC que irá a través de falso techo, por catas y/o empotrados en la pared.

TABLA:

Descripción	Cantidad(m)
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 16 mm	351
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 20 mm	272
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 25 mm	137
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 32 mm	13
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 40 mm	13
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 63 mm	30
Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 75 mm	68

1.8. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.

1.8.1 INTRODUCCIÓN.

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24, debemos considerar las siguientes protecciones:

Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

1.8.2 CONCEPTOS BÁSICOS.

Para la realización de la protección de la nave se han de tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

- Interruptor diferencial: es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.
- Conductor eléctrico: se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.
- Interruptor automático: es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer y soportar durante un tiempo corrientes de cortocircuito.

El interruptor automático consta de:

- Cámara de extinción: absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos.
- Mecanismo de apertura y cierre: lo que hace es abrir y cerrar el contacto.
- Disparadores: es el que manda abrir este mecanismo de apertura: Hay de dos tipos.

Disparadores primarios:

- Térmicos: Verifica si se produce una sobrecarga.
- Electromagnéticos: para verificar cortocircuitos. A partir de 125A el disparador es regulable.

Disparador secundario: Siempre está conectado a un contacto auxiliar que está alimentado a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme de automático, determinada condición que nosotros hayamos impuesto.

- Interruptor magnetotérmico: Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además tampoco son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va a hacia la carga.
- Fusibles: Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a ese fin.

Tiene 2 componentes:

- Portafusibles es la parte fija donde se coloca el fusible
- Fusible: está formado por un cartucho aislante donde en su interior está el conductor, la parte metálica donde se va a fundir. Luego también tiene dentro aire en vacío. La

característica del fusible es que tiene un alto poder de corte (hasta 100 KA) y tiene el inconveniente de que no se puede rearmar.

1.8.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
 - Pérdida de producción o de producto terminado
 - Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento al intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.8.3.1 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga es una elevación de la temperatura, que por otra parte, es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan para sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, es decir,

basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se va a proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegura la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación...

Según la ITC-BT-22, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

1.8.3.2. Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia cuando entran en contacto entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración éste. Dicha corriente transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.

Un cortocircuito tiene las siguientes características:

- Su duración: auto extingible, transitorio, permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales) debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un cuadro eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos, que suelen degenerar en trifásicos) y trifásicos de origen (el 5% de los casos).

El RBT admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.
- El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Un cortocircuito puede tener diferentes consecuencias dependiendo de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes
- Fundir los conductores
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobresfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-22, del RBT.

1.8.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

- **Corriente de cortocircuito máxima:**

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular.

Dicha corriente se calculará mediante las siguientes expresiones, en función de si es un cortocircuito tetrapolar o bipolar:

$$I_{ccmin} = \frac{U_n \cdot C}{\sqrt{3} \cdot Z_d} \qquad I_{ccmax} = \frac{U_n \cdot C}{\sqrt{3} \cdot Z_d}$$

Donde:

- I_{ccmax} : corriente de cortocircuito eficaz en A.

- C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.
- Un: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- Zd: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω .

Una vez se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq I_{ccmax}$$

Siendo el PdC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

- **Corriente de cortocircuito mínima:**

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuito con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuitos.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmin} = \frac{\sqrt{3} \cdot C \cdot U_n}{|2Z_d + Z_o|}$$

Donde:

- Icc: corriente de cortocircuito eficaz en A.
- C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400V es de 0,95.
- Un: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- Zd: impedancia directa en Ω , teniendo en cuenta que la temperatura de cortocircuito es de 250°C.
- Zo: impedancia homopolar en Ω .

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acotará del siguiente modo:

$$I_{cal} < I_{nom} < I_{adm}$$

Donde:

Ical: es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi}$$

Iadm: es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT-19.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la I_{ccmin} sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

Curva B: $I_{mag} = 5I_n$

Curva C: $I_{mag} = 10I_n$

Curva D: $I_{mag} = 20I_n$

1.8.3.4. Cálculo de las impedancias.

Impedancia directa (Z_d):

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y de X . Después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

Impedancia de la línea MT/AT (Z_a).

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U_{s2}}{S_{cc}}$$

Donde:

- U_s : tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.
- S_{cc} : potencia de cortocircuito en VA.
- Z_a : impedancia aguas arriba del defecto en $j \Omega$. Es totalmente inductiva.

Impedancia del transformador de distribución (Z_T).

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = U_{s2} \cdot \frac{U_{cc}}{S}$$

Donde:

- U_s : tensión en vacío entre fases en voltios
- U_{cc} : tensión de cortocircuito en % (5%)
- S : potencia aparente en VA del transformador (1000 KVA)
- Z_T : impedancia o reactancia al secundario en $j \Omega$.

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

Impedancia de los conductores (Z_L).

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

- R: resistencia del conductor en Ω .
- ρ : resistividad del material, la resistividad de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724
- Ω mm²/m.
- L: longitud del conductor
- S: sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150 mm² se desprecia la reactancia de la línea.

Impedancia de los automatismos (Z_{aut}).

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 j m Ω .

$Z_{aut} = X_{aut} = n^\circ \text{ de automatismos} \cdot 0,15 \text{ j m } \Omega$.

En el n° de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés, fusibles...

Impedancia directa nueva (Z_{dnueva}).

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la Z_d de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo.

Otra novedad es que para calcular la nueva Z_L , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ellos se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L250^\circ} = Z_{L20^\circ} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

- α : $4 \cdot 10^{-3}$
- ΔT : $250^\circ - 20^\circ = 230^\circ$
- Por tanto:
- $Z_{dnueva} = Z_a + Z_T + Z_{L250^\circ} + Z_{aut}$

Impedancia homopolar.

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea:

$$Z_0 = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{auto}$$

Donde:

- $Z_{a0} = 0$
- $Z_{T0} = Z_T$
- $Z_{L0} = 3 \times Z_{L250^\circ}$
- $Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$

1.8.4. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas puede producir:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento...
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina..., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT fija según la ITC-BT-24 estos valores:

- 24 V para locales o emplazamientos húmedos
- 50 V en los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.8.4.1. Protección contra contactos directos

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. Armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. Aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el último apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.8.4.2. Protección contra contactos indirectos.

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución, siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

- R_A = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
- I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.
- U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del diferencial que debe utilizarse en cada caso viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos: $R \leq (50/I_s)$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq (24/I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en mA.

1.8.5 SOLUCIÓN ADOPTADA.

En el cuadro general de distribución se ha de colocar un interruptor automático de cabecera y cinco interruptores diferenciales distribuidos de manera que cada una de las cinco líneas tenga su diferencial. Se colocan de esta manera con el fin de que hubiese algún fallo imprevisto (contacto indirecto), no nos quedemos sin suministro en toda la nave. A parte de esto, también se han de colocar cinco interruptores automáticos al principio de cada una de las cinco líneas, para la protección de éstas.

En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor automático y otro diferencial para la protección de cada una de las líneas que alimentan. Para la protección de las tomas de corriente se ha de colocar un interruptor automático y otro diferencial para proteger la línea trifásica de la cual se derivarán las tomas, en cada una de las líneas se ha limitado la intensidad a 10A. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor automático cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes, además de un diferencial para cubrir posibles desperfectos en las líneas y quedando un sistema trifásico totalmente equilibrado.

La distribución de las distintas protecciones estará representada en los planos de los cuadros auxiliares.

Los elementos de protección utilizados son de la marca Merlin Gerin. Para su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, se dotarán a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

Toda la aparamenta utilizada es de Merlin Gerin.

Cuadro general de distribución.

Situación	Descripción
Acometida	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 500 A curva B
L1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C
L2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C
L3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA, calibre 40 A curva C
L4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 20 A curva C
Línea condensadores	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 250 A curva C
L1	Relé diferencial Toroide 600mA 200 A regulable, 4P
L2	Relé diferencial Toroide 600mA 200 A regulable, 4P
L3	Relé diferencial Toroide 300mA 40 A 4P
L4	Relé diferencial Toroide 300mA 20 A regulable, 4P
Línea condensadores	Relé diferencial Toroide 300mA 250 A regulable, 4P

Cuadro secundario I

Situación	Descripción
L1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C
L1C1A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L1C1B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L1C1C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L1C2A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L1C2B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L1C2C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L1C2D	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L1C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 160 A regulable, curva D
L1C1	Relé diferencial Toroide 300 A 63 A regulable, 4P

L1C2	Relé diferencial Toroide 300mA 40 A 4P
L1C3	Relé diferencial Toroide 300mA 160 A regulable, 4P

Cuadro secundario II

Situación	Descripción
L2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C
L2C1A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L2C1B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L2C1C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D
L2C2A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L2C2B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L2C2C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L2C2D	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L2C2E	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 25 A, regulable curva D
L1C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 125 A regulable, curva D
L1C1	Relé diferencial Toroide 300 A 63 A regulable, 4P
L1C2	Relé diferencial Toroide 300mA 63 A Regulable, 4P
L1C3	Relé diferencial Toroide 300mA 125 A regulable, 4P

Cuadro secundario III

Situación	Descripción
L3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 40 A curva C
L3.C1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L3.C2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A regulable, curva D
L3.C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 25 A regulable, curva D
L3.C4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 16 A regulable , curva D
L3.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P
L3.C2	Relé diferencial Toroide 30mA 10 A regulable, 4P
L3.C3	Relé diferencial Toroide 300mA 25 A regulable, 4P
L3.C4	Relé diferencial Toroide 300mA 16 A regulable, 4P

Cuadro secundario IV

Situación	Descripción
L4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 20 A curva C
L4.C1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D
L4.C2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 16 A curva D
L4.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P
L4.C2	Relé diferencial Toroide 30mA 16 A 4P

1.9. PUESTAS A TIERRA.

1.9.1 INTRODUCCIÓN.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera y la relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la ITC-BT 18.

- Locales húmedos 24 voltios.
- Locales secos 50 voltios.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto a las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.9.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación a tierra manda a tierra toda corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas
- La protección de las instalaciones
- La protección de equipos sensibles
- Un potencial de referencia.

Para ellos es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes

- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.9.3. Partes de la puesta a tierra

1.9.3.1 El terreno

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tiene una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los que la tienen muy alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

1.9.3.2. Las tomas de tierra.

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1.9.3.2.1. Electrodo.

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueda presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ellos, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- Placas: Serán de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocarán separadas una distancia de 3 metros.

- Picas: Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- Conductores enterrados: Se usarán cables de cobre desnudo de al menos 35 mm² de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a 50 cm.
- Mallas metálicas: Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las fórmulas que se deben utilizar para calcular dicha resistencia vienen recogidas en la ITC-BT-18.

1.9.3.2.2. Línea de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra, desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

1.9.3.2.3. Punto de puesta a tierra

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. La instalación que lo precise, dispondrá de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

1.9.3.3. La línea principal de tierra

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

1.9.3.4. Las derivaciones de las líneas principales de tierra

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT-18.

1.9.3.5. Los conductores de protección

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT-19.

1.9.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja general de Protección (No obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas
- Toda masa o elemento metálico significativo
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.9.5. SOLUCIÓN ADOPTADA.

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

La instalación de puesta a tierra tiene la característica de que en uno de los laterales al compartir un tabique con la nave adyacente el conductor será introducido por la parte interior de la nave.

El número total de picas será 4, y toda la red estará unida en mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borneo principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguen fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.10. POTENCIA A COMPENSAR.

1.10.1 GENERALIDADES.

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un

consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el $\cos\phi$ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.10.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA.

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas se pueden describir:
 - Disminución de la caída de tensión en las líneas.
 - Reducción del dimensionamiento de las líneas.
 - Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea. La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
 - Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación. Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
 - Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
 - Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores del $\cos\phi$ entre 0.9 y 1.

1.10.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.

1.10.3.1. Procedimientos directos.

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

1.10.3.2. Procedimientos indirectos.

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobrecargados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.10.3.3. Elección del método de compensación.

Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aun así el factor de potencia no es el adecuado se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores.

1.10.4. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN.

1.10.4.1. Clasificación por la situación de la compensación.

- Situación en cabecera: si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, se conseguirá la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitarán las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.
También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación.
Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no se conseguirá disminuir las pérdidas por efecto Joule.
- Situación en cada receptor inductivo: si se sitúan los condensadores en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.
- Situación en una zona intermedia: situando los condensadores en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.10.4.2. Elección de la situación para la compensación.

En este caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos, y de poca potencia, los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Por otro lado la longitud de los conductores es relativamente corta con lo cual la diferencia de las pérdidas por efecto Joule no serán importantes. Se optará por una compensación en la cabecera de la instalación.

1.10.4.3. Clasificación por tipo de condensador.

a) Compensación fija: con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

b) Compensación automática (variable): La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el cosφ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el cosφ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía

reactiva, contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

1.10.4.4 Elección del tipo de compensación.

Si se elige una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, se estará introduciendo energía capacitiva en la red.

Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el cosφ de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, motores, etc.).

Así que se colocará un equipo de compensación automática en cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

1.10.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA.

Batería de condensadores elegida: El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia consta de tres baterías de condensadores de la marca Cisar, la primera de 5 KVar (Con escalones 1,66 + 3,33 KVar), la segunda de 7,5 KVar (Con escalones 2,5+5KVA) serie mini 30 y una última de 125 KVar (Con escalones 2*12,5+2*25+50 KVar), que se colocarán en el lado del cuadro general de baja tensión.

La batería automática elegida tiene una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31 RAL 7035.
- Protección contra contactos directos (puerta abierta).
- Normas: UNE-EN 60831, 1/2 UNE-EN 60439, 1UNE-EN 61921, UL 810 standard.

1.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

1.11.1. INTRODUCCIÓN.

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13.2 KV aérea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 400 KVA.

1.11.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento electrónico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.11.3. TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

De red pública: cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad, la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada red pública.

De abonado: a partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un CT de abonado. Como el precio de la energía en media tensión es mas bajo que en baja, a partir de ciertas potencias (KVA) y/o consumos (KWh), resulta mas favorable contratar el suministro en media tensión, aun teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado).

Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen del neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicios puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

1.11.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado situado en el límite Noreste de la parcela de la nave industrial, destinado exclusivamente a su uso. El acceso al CT se hará mediante dos puertas frontales que se han construido en dicho edificio prefabricado.

1.11.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo exterior, y dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Será necesaria una caseta o edificio prefabricado de obra civil.

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4, empleando para su aparillaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de MT, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- Compartimento de aparallaje
- Compartimento de juego de barras
- Compartimento de conexión de cables
- Compartimento de mando
- Compartimento de control.

1.11.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS.

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparallaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.

1.11.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.11.7.1. Obra civil.

1. Local

El centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, situado en el límite Noreste de la parcela.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4.

El acceso al centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de dos puertas, una peatonal y otra para el CT. Dichas puertas permanecerán cerradas con un sistema de cierre que permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

2. Características Constructivas

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL.

Las características más destacadas del prefabricado serán:

- Compacidad:

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica, lo que supondrá obtener calidad en origen, reducción del tiempo de instalación y posibilidad de posibles traslados.

- Facilidad de instalación:

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

- Material:

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes, techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado, se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilidad.

- Equipotencialidad:

La propia armadura de mallazo electro-soldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial.

Entre la armadura equipotencial, embebida de hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema de equipotencialidad será accesible desde el exterior.

- Impermeabilidad:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguado directamente al exterior desde su perímetro.

- Pinturas

El acabado de las superficies exteriores se efectuará con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

- Grados de protección:

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será IP339.

Las componentes principales que formarán el edificio prefabricado son las que se indican a continuación:

- Envolvente:

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total permeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

- Suelos:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos, se taparán con unas placas prefabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para transformadores de hasta 1000KVA, estando así diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

- Puertas y rejillas de ventilación:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con resina epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrá mantener en la posición de 90º con retenedor metálico.

El acabado estándar del centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón en los techos, puertas y rejillas.

Las dimensiones del centro de transformación quedan reflejadas en el siguiente cuadro:

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones excavación
Longitud (mm)	4460	4280	5260
Altura (mm)	2380	2200	3180
Anchura (mm)	3035	2355	560 (Profundidad)
Superficie (m ²)	10,7	9,4	

Peso= 12000 Kg.

Los equipos eléctricos inmersos en el centro de transformación serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en MIE RAT 19.

1.11.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.11.8.1. Introducción.

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre sí, de un transformador y de un cuadro de baja tensión.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectará la celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

1.11.8.2. Características de la red de alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo aéreo a una tensión de 13.2 KV y 50 Hz de frecuencia. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la compañía suministradora.

1.11.8.3. Características de la aparamenta en media tensión.

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

Celdas CGM: el sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF₆), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente: La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba: la cuba fabricada de acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de fases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparamenta del centro de transformación.

- Interruptor-Seccionador-Seccionador de puesta a tierra: El interruptor disponible en el sistema CGM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP). La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutaciones entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).
- Mando: los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.
- Fusibles (Celda CMP-F): en las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.
- Conexión de cables: la conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.
- Enclavamientos: los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:
 - No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
 - No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.
- Características eléctricas: las características generales de las celdas CGM son las siguientes:
 - Tensión nominal. (Un) → 24 KV
 - Nivel de aislamiento.
 - Frecuencia industrial (1min)
 - A tierra y entre fases → 50 KV
 - A la distancia de seccionamiento impulso tipo rayo → 60 KV
 - A tierra y entre fases → 125 KV
 - A la distancia de seccionamiento → 145 KV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmicas y dinámicas.

1.11.8.4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión.

CGM-CML. Interruptor seccionador.

Celda con envolvente metálica fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n=24\text{KV}$ e $I_n=400\text{ A}$ y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 135 kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detención de tensión en los cables de acometida.

Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornes de los cables de media tensión.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura:
 - Corriente principalmente activa 400 A
 - Corriente capacitiva 31.5 A
 - Corriente inductiva 16 A
 - Falta a tierra 63 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 KA/20 KA
- Capacidad de cierre: 40 KA

Celda de protección con fusibles.

Celda con envolvente metálica, prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo $U_n=24\text{KV}$ e $I_n=400\text{ A}$ y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornes enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura:
 - Corriente principalmente activa 400 A
 - Corriente capacitiva 31.5 A
 - Corriente inductiva 16 A
 - Falta a tierra 63 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 KA/20 KA
- Capacidad de cierre: 40 KA
- Fusible: 3x40A

Celda de medida.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n=24\text{KV}$ y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto y 180 kg de peso.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar $I_n = 400$ A.
- 3 transformadores de intensidad de relación 15-30/5 A Clase 0.5, aislamiento 24 KV.
- 3 transformadores de tensión, bipolares de relación 13200-22000/110, Clase 0.5, aislamiento 24 KV.
- Embarrado de puesta a tierra.

Transformador.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Cotradis (ORMAZABAL) conectado con acoplamiento Dyn 11.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE-21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia: 400 KVA.
- Tensión primaria: 13,2/20 KV.
- Refrigeración: natural.
- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: llenado integral.

EQUIPO BASE:

- Pasatapas de media tensión de porcelana
- Pasatapas de baja tensión de porcelana
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales
- 2 tomas de puesta a tierra.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TRANSFORMADOR:

Potencia en KVA	400
Tensión primaria	13,2/20
Tensión secundario en vacío	420

Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas en vacío (W)	750
Pérdidas en carga (W)	4600
Tensión de corto circuito (%)	4
Caída de tensión a plena carga (%)	1,22
Rendimiento (%)	98,7

DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR:

Potencia (KVA)	400
Largo (mm)	1537
Ancho (mm)	941
Alto (mm)	1004
Volumen líquido aislante	330

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

1.11.9. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Tierra de protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las celdas prefabricadas, cubas de los transformadores, envolventes metálicas de los cuadros de baja tensión...

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de picas en rectángulo de 5x4 m, cuyo código de identificación es 50-40/8/84 de UNESA.

Tierra de servicio.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra queda indicados en el documento de cálculo; optando finalmente por un sistema de 4 picas en rectángulo de 5x3 m, cuyo código de identificación es 50-30/5/42 de UNESA.

Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.



La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Tierra de Pararrayos.

Debe instalarse un pararrayos de Punta Franklin lo más recto posible al suelo evitando así curvas u obstáculos.

La distancia de cebado para un rayo de 10KA es de 46,41 m según el grupo de trabajo de CIGRE.

Los pararrayos punta Franklin vienen de una o cuatro puntas y son elementos de protección.

Su función es captar los rayos (descargas atmosféricas) para llevar la energía del mismo a tierra en forma segura y confiable sin afectar la edificación y/o construcción protegida.

1.11.10. INSTANCIAS.

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11-1971.

1.11.11. APARATOS DE MEDIA TENSIÓN.

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20 KV, con lo que cumplen las prescripciones del Reglamento.

1.11.12. AISLAMIENTO.

Todos los elementos que se utilizan en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50 μ seg
- 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

1.11.13. INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

▪ Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará una lámpara Philips TBS771 6xTL5-14W, capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

La luminaria estará dispuesta de tal forma que mantenga la misma uniformidad posible en la iluminación. Además se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, Luminaria Philips TBS771 6xTL5-14W, no permanentes con señalización, el cual señalará el acceso peatonal al centro de transformación.

▪ Tomas de corriente.

Se colocará una toma de corriente monofásica.



▪ **Ventilación.**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de $2,60\text{m}^2$ y una rejilla situada en la parte superior de superficie $2,83\text{ m}^2$ para la salida de aire.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentados con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

▪ **Elementos y medidas de seguridad.**

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme la exigencia de la norma UNE 20.099.

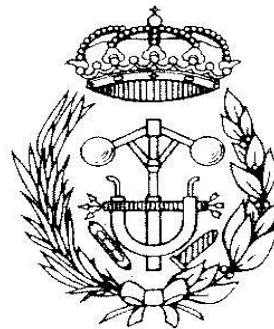
Las celdas estarán separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, lo que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante.
- Cuadro de primeros auxilios.
- Un par de guantes aislantes.
- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro).

1.12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de “TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CENTIMOS”



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

CÁLCULOS

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



CÁLCULOS

2.1. INTRODUCCIÓN.....	1
2.1.1. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE LA NAVE.....	1
2.1.2 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	2
2.1.3 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	2
2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	3
2.2.1. MÉTODO DE CÁLCULO.....	3
2.2.2. TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS.....	3
2.2.2.1. Cuadro secundario I:.....	3
2.2.2.2. Cuadro secundario II:.....	3
2.2.2.3. Cuadro secundario III:.....	3
2.2.2.4. Cuadro secundario IV:.....	4
2.2.2.5. Cuadro General de Distribución:.....	4
2.2.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.....	4
2.3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	4
2.3.1. INTRODUCCIÓN.....	4
2.3.2 ACOMETIDA BT. TRANSFORMADOR – C.G.D.....	5
2.3.3. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES.....	6
2.3.3.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	6
2.3.3.2 Cuadro secundario I.....	6
2.3.3.3 Cuadro secundario II.....	6
2.3.3.4 Cuadro secundario III.....	7
2.3.3.5 Cuadro secundario IV.....	7
2.3.4. INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ANTERIORES.....	7
2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	8
2.4.1. INTRODUCCIÓN.....	8
2.4.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	8
2.4.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL.....	8
2.4.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CGD.....	9
2.4.5. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.....	9
2.4.5.1. Interpretación de las tablas.....	9
2.4.5.2 Cuadro secundario I.....	9
2.4.5.3. Cuadro secundario II.....	10
2.4.5.4. Cuadro secundario III.....	10
2.4.5.5. Cuadro secundario IV.....	10
2.4.5.6. Cuadro general de distribución.....	10
2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	11
2.5.1. BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN:.....	11
2.5.1.1. Cuadro secundario I.....	11
2.5.1.2. Cuadro secundario II.....	11
2.5.1.3. Cuadro secundario III.....	11
2.5.1.4. Cuadro secundario IV.....	12
2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA:.....	12
2.5.3. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA:.....	13
2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	13
2.6.1 INVESTIGACIÓN DEL TERRENO.....	13
2.6.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA.....	13
2.6.3 SECCIÓN DEL CABLE DE TIERRA Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.....	14
2.6.4. PUNTO DE PUESTA A TIERRA.....	14
2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:.....	14
2.7.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN:.....	14
2.7.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	14
2.7.3. CORTOCIRCUITOS.....	15
2.7.3.1. Introducción:.....	15



2.7.3.2. Corrientes de cortocircuito:	15
2.7.3.3. Conexión celdas- transformador.....	15
2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro BT.	15
2.7.4. OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO:.....	16
2.7.4.1. Iluminación:	16
2.7.4.2. Luminarias de emergencia y señalización:	16
2.7.5. Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación.	16
2.7.6. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	17
2.7.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA:.....	17
2.7.7.1. Introducción:.....	17
2.7.7.2. Tierra de Protección.	17
2.7.7.3. TIERRA DE SERVICIO.	18
2.7.7.4. Resistencia de la tierra de Protección:	18
2.7.7.5. Resistencia de la tierra de Servicio:.....	19
2.7.7.6. Tensiones en el exterior de la instalación:	19
2.7.7.7. Tensiones en el interior de la instalación:	19
2.7.7.8. Tensiones aplicadas:.....	19
2.7.7.9. Tensiones transferidas al exterior:.....	20
2.7.7.10. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación.	20
2.7.7.11 Corrección y ajuste si procede.	20

CÁLCULOS

2.1. INTRODUCCIÓN.

Se ha importado el plano de la nave desde Autocad y se ha procedido a realizar los cálculos de las luminarias en cada dependencia de la nave con el programa DIALUX, teniendo en cuenta los coeficientes de uniformidad así como el UGR(índice de deslumbramiento).

2.1.1. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE LA NAVE.

A continuación se introduce una tabla con la descripción de las luminarias empleadas en la nave, todas son de la marca PHILIPS:

	Luminaria	Nº	Punidad (W)	Ptotal (W)
Almacén	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB	25	165	4125
Zona de producción	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB	50	165	8250
Sala de compresores	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Sala de calderas	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Almacén de productos químicos	Philips TBS771 6xTL5-14W	4	96	384
Vestuario femenino	Philips TBS771 6xTL5-14W	24	96	2304
Vestuario masculino	Philips TBS771 6xTL5-14W	24	96	2304
Comedor	Philips TBS771 6xTL5-14W	9	96	864
Pasillo 1	Philips TBS771 6xTL5-14W	18	96	1728
Pasillo 2	Philips TBS771 6xTL5-14W	5	96	480
Sala de espera	Philips TBS771 6xTL5-14W	6	96	576
Aseo sala de espera	Philips TBS771 6xTL5-14W	2	96	192
Despacho director	Philips TBS771 6xTL5-14W	6	96	576
Aseo despacho director	Philips TBS771 6xTL5-14W	1	96	96
Archivo	Philips TBS771 6xTL5-14W	2	96	192
Centro transformación	Philips TBS771 6xTL5-14W	1	96	96
TOTAL				23895

2.1.2. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.

A la hora de escoger la iluminación exterior se ha decidido colocar una serie de luminarias a lo largo del perímetro de la nave. Las luminarias empleadas también son de la marca PHILIPS y serán equidistantes.

Se ha elegido la luminaria PHILIPS MASTER SON-T PIA Plus/E27/70W.

	Nº Luminarias	Pot total (W)
Exterior	15	1050

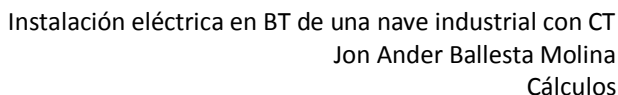
2.1.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lm/m^2 , las luminarias de emergencia elegidas se consideran luminarias autónomas, no permanentes con señalización y son de la marca DUNNA.

La colocación del alumbrado de emergencia se situará justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,1 excepto en almacén y zona de producción que se situarán a 3m.

Tabla resumen del alumbrado de emergencia de la nave:

	Superficie (m^2)	Iluminación (lm/m^2)	Flujo necesario	Luminaria	Nº de luminarias	Potencia total(W)
Almacén	275,4	5	1377	DC-150 (300 lm)	5	30
Zona de producción	531,97	5	2659,85	DC-150 (300 lm)	9	54
Sala de compresores	24	5	120	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Sala de calderas	24	5	120	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Almacén de productos químicos	18	5	90	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Vestuario femenino	35	5	175	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Vestuario masculino	35	5	175	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Comedor	42	5	210	DC2-150 (140 lm)	2	11
Pasillo 1	48,6	5	243	DC2-150 (140 lm)	2	11
Pasillo 2	14	5	70	DC-60 (60 lm)	2	12,8
Sala de espera	31,2725	5	156,36	DC-60 (60 lm)	3	19,2
Aseo sala de espera	3,35	5	16,75	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Despacho director	24,5	5	122,5	DC2-150 (140 lm)	1	5,6
Aseo despacho director	4	5	20	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Archivo	5,8	5	29	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Centro transformación	10,6	5	53	DC-60 (60 lm)	1	6,4
Total						246



2.2.1. MÉTODO DE CÁLCULO.

2.2.2. TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS.

2.2.2.1. Cuadro secundario I:

Línea	Descripción	Potencia (KW)	Tensión	cosφ	In	Fase	Fcorr	Ical
L1 C3	Sierra 1	90	380	0,95	143,94	Trifásica	1,25	179,92
L1 C2A	Lijadora 1	6	380	0,95	9,60	Trifásica	1,25	11,99
L1 C2B	Lijadora 2	6	380	0,95	9,60	Trifásica	1,25	11,99
L1 C1A	Pulidora 1	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L1 C1B	Pulidora 2	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L1 C1C	Pulidora 3	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L1 C2C	C. barnizado 1	5	380	0,95	8,00	Trifásica	1,25	10,00
L1 C2D	C. barnizado 2	5	380	0,95	8,00	Trifásica	1,25	10,00
L1	TOTAL	148			236,70			295,87

2.2.2.2. Cuadro secundario II:

Línea	Descripción	Potencia (KW)	Tensión	cosφ	In	Fase	Fcorr	Ical
L2C3	Sierra 2	75	380	0,95	119,95	Trifásica	1,25	149,94
L2C2A	Lijadora 3	6	380	0,95	9,60	Trifásica	1,25	11,99
L2C2B	Lijadora 4	6	380	0,95	9,60	Trifásica	1,25	11,99
L2C1A	Pulidora 4	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L2C1B	Pulidora 5	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L2C1C	Pulidora 6	12	380	0,95	19,19	Trifásica	1,25	23,99
L2C2C	C. barnizado 3	5	380	0,95	8,00	Trifásica	1,25	10,00
L2C2D	C. barnizado 4	5	380	0,95	8,00	Trifásica	1,25	10,00
L2C2E	Compresor	15	380	0,95	23,99	Trifásica	1,25	29,99
L2	TOTAL	148			236,70			295,87

2.2.2.3. Cuadro secundario III:

Línea	Descripción	Potencia (KW)	Tensión	cosφ	In	Fase	Fcorr	Ical
L3C3	Caldera	14	380	0,95	22,39	Trifásica	1,25	27,99
L3C2A	Alum.Aseo.Desp	0,096	220	0,95	0,46	R	1,8	0,83
L3C2B	Alum.Archivo	0,192	220	0,95	0,92	S	1,8	1,65
L3C2C	Alum.Despacho	0,576	220	0,95	2,76	R	1,8	4,96
L3C2D	Alum.Aseo.S.E	0,192	220	0,95	0,92	T	1,8	1,65
L3C2E	Alum.S.Espera	0,576	220	0,95	2,76	T	1,8	4,96
L3C2F	Alum.Comedor	0,864	220	0,95	4,13	S	1,8	7,44
L3C2G	Alumb.Pasillo.Alm	1,728	220	0,95	8,27	T	1,8	14,88
L3C2H	Alumb.Pasillo.Vest	0,48	220	0,95	2,30	S	1,8	4,13
L3C2	Linea.Alum.I	4,704			7,50	Trifásica		13,50
L3C4A	Alum.C.Trafo	0,096	220	0,95	0,46	T	1,8	0,83
L3C4B	Alum.Vest.Masc	2,304	220	0,95	11,02	R	1,8	19,84
L3C4C	Alum.Vest.Fem	2,304	220	0,95	11,02	S	1,8	19,84



L3C4D	Alum.Sala.Quim	0,384	220	0,95	1,84	T	1,8	3,31
L3C4E	Alum.Sala.Comp	0,864	220	0,95	4,13	R	1,8	7,44
L3C4F	Alum.Sala.Cald	0,864	220	0,95	4,13	T	1,8	7,44
L3C4G	Alum.Exterior	1,05	220	0,95	5,02	R,S,T	1,8	9,04
L3C4H	Alum.Emergencia	0,246	220	0,95	1,18	R,S,T	1,8	2,12
L3C4	Linea.Alum.II	8,11			12,94	Trifásica		23,29
L3C1A	T.Corr.Monof x10		220	0,95		R		
L3C1B	T.Corr.Monof x10		220	0,95		S		
L3C1C	T.Corr.Monof x10		220	0,95		T		
L3C1D	T.Corr.Trif x4					Trifásica		
L3C1		6,25	380	0,95	10			10
L3	TOTAL	33,07			52,83			74,78

2.2.2.4. Cuadro secundario IV:

Línea	Descripción	Potencia (KW)	Tensión	cosφ	In	Fase	Fcor	Ical
L4C2A	Alum.Zona.Prod.	4,13	220	0,95	19,74	R	1,8	35,53
L4C2B	Alum.Zona.Prod.	4,13	220	0,95	19,74	S	1,8	35,53
L4C2C	Alum.Almacén.	4,13	220	0,95	19,74	T	1,8	35,53
L4C2	Linea.Alum.ZPA	12,38	380	0,95	19,79	Trifásica	1,8	35,62
L4C1A	T.Corr.Monof x4		220	0,95	16,00	R		16,00
L4C1B	T.Corr.Monof x4		220	0,95	16	S		16
L4C1C	T.Corr.Monof x4		220	0,95	16	T		16
L4C1D	T.Corr.Trif x10		380	0,95	32,00	Trifásica		32
L4C1		6,25	380	0,95	10			10
L4	TOTAL	18,63			29,74			45,62

2.2.2.5. Cuadro General de Distribución:

Línea	Descripción	Potencia (KW)	Tensión	cosφ	In	Fase	Fcor	Ical
L1	Lcuadro I		380		236,70		-	295,87
L2	Lcuadro II		380		236,70		-	295,87
L3	Lcuadro III		380		52,83		-	74,78
L4	Lcuadro IV		380		29,74		-	45,62

NOTA: POTENCIA PREVISTA PARA LAS TOMAS DE CORRIENTE: limitaremos mediante protección la potencia consumida por las tomas de corriente, de manera que la máxima corriente consumida por todas las de la nave será 20A.

2.2.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.

Una vez calculada la potencia consumida por la nave se ha decidido colocar un transformador de 400KVA, el cual nos dará una intensidad superior a la requerida posibilitando la ampliación del consumo de la nave posteriormente, la corriente que nos suministra el transformador es la siguiente:

$$I = \frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400KVA}{\sqrt{3} \cdot 400} = 577,35A$$

2.3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

2.3.1. INTRODUCCIÓN.

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal, se calculará:

- F_c : factor de corrección, que depende de la temperatura del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.
- I_{adm} : es la intensidad resultante del cociente de I_{cal} entre F_c .

Una vez hecho esto, hay que ir al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en la tabla correspondiente se elige la sección que corresponda a la Intensidad máxima admisible.

Además se calculará la sección por el método de caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la cdt debe ser menor del 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos), según la ITC- BT-19.

La sección por caída de tensión se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Donde :

- U: Caída de tensión en voltios.
- L: Longitud de la línea en metros.
- I_n : Intensidad nominal de la línea en amperios.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia.
- C: Conductividad del material conductor (Cobre)
- S: Sección del cable mm^2 .

2.3.2 ACOMETIDA BT. TRANSFORMADOR – C.G.D.

Es la línea que une el CT con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30 % la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 577.35 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 28 metros.

Se designan 3 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

La línea será subterránea a una profundidad de 0.7 metros. Así mismo, también se debe aplicar un factor de corrección de 0.8 ya que se instalarán tres ternas de conductores unipolares dispuestos en trébol.

- $I_n = 577,35 \text{ A}$
- $I = 577,35 / 3 = 192,45 \text{ A}$
- $I' = 192,45 / 0,8 = 240,56 \text{ A}$

Atendiendo a lo establecido en la tabla 5 de la ITC -07, en la columna de cable tripolar con aislamiento de XLPE, la intensidad admisible es 260 A y la sección 70 mm^2 . Escogemos un cable tripolar por fase con conductores de sección 150 mm^2 , en un caso futuro de ampliación de potencia no tendremos que modificar la sección de la acometida.

La caída de tensión será, con esa sección:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C} = \frac{\sqrt{3} \cdot 28 \cdot 577,35 \cdot 0,9}{150 \cdot 3 \cdot 56} = 1 \text{ V}$$

- $L = 28 \text{ m}$
- $I_n = 577,35 \text{ A}$
- $S = 150 \times 3 \text{ mm}^2$ (fase)
- $C = 56$ (Cu)
- $\cos \varphi = 0,9$ (Según Iberdrola)

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante nueve conductores unipolares de cobre de 150 mm² sección. Siendo para cada una de las fases tres de ellos. Para el neutro se utilizarán tres conductores de 70 mm² de sección cada uno, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según IBERDROLA. El diámetro del tubo de la acometida será de 125 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.

2.3.3. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES.

Para el caso del cuadro general de distribución y sus respectivos cuadros auxiliares se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, de 400 mm de ancho y 60 mm de alto. Se llevará canalizado desde el CGD hasta los diferentes cuadros secundarios de la nave. Cuando las líneas lleguen a donde están los cuadros auxiliares, se bajarán mediante bandejas portacables de 150 mm de ancho y 60 mm de alto para las máquinas y en tubo metálico para las toma de corriente y el alumbrado. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros.

Para el caso de dos cables unipolares, como dicta la instrucción ITC-BT-07, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, pero multiplicada por 1,225.

2.3.3.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	cosφ	Canalización	C.Térmico	Cdt	S(mm ²)	Øtubo(mm)
L1	236,70	295,87	26	0,95	tubo empotrado	185	25,83	3 x 150 / 95	75
L2	236,70	295,87	15	0,95	tubo empotrado	185	17,39	3 x 150 / 95	75
L3	52,83	74,78	13	0,95	tubo empotrado	25	4,04	3 x 25 / 16	40
L4	29,74	45,62	13	0,95	tubo empotrado	10	2,27	3 x 10 / 10	32

2.3.3.2 Cuadro secundario I

Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	cosφ	Canalización	C.Térmico	Cdt	S(mm ²)	Øtubo(mm)
L1 C3	143,94	179,92	27	0,8	tubo empotrado	95	9,62	3 x 95 / 50 + 50TT	75
L1 C2A	9,60	11,99	25	0,8	tubo empotrado	1,5	0,59	3 x 1,5 / 1,5 + 1,5TT	20
L1 C2B	9,60	11,99	28	0,8	tubo empotrado	1,5	0,66	3 x 1,5 / 1,5 + 1,5TT	20
L1 C1A	19,19	23,99	17	0,8	tubo empotrado	4	0,81	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L1 C1B	19,19	23,99	20	0,8	tubo empotrado	4	0,95	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L1 C1C	19,19	23,99	20	0,8	tubo empotrado	4	0,95	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L1 C2C	8,00	10,00	13	0,8	tubo empotrado	1,5	0,26	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20
L1 C2D	8,00	10,00	15	0,8	tubo empotrado	1,5	0,30	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20

2.3.3.3 Cuadro secundario II

Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	cosφ	Canalización	C.Térmico	Cdt	S(mm ²)	Øtubo(mm)
L2C3	119,95	149,94	30	0,8	tubo empotrado	70	8,90	3 x 70 / 35 + 35TT	63
L2C2A	9,60	11,99	15	0,8	tubo empotrado	1,5	0,36	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20
L2C2B	9,60	11,99	18	0,8	tubo empotrado	1,5	0,43	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20
L2C1A	19,19	23,99	20	0,8	tubo empotrado	4	0,95	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L2C1B	19,19	23,99	23	0,8	tubo empotrado	4	1,09	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L2C1C	19,19	23,99	25	0,8	tubo empotrado	4	1,19	3 x 4 / 4 + 4TT	25
L2C2C	8,00	10,00	13	0,8	tubo empotrado	1,5	0,26	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20
L2C2D	8,00	10,00	14	0,8	tubo empotrado	1,5	0,28	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20
L2C2E	23,99	29,99	12	0,8	tubo empotrado	6	0,71	3 x 6 / 6 + 6TT	25

2.3.3.4 Cuadro secundario III

Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	cosφ	Canalización	C.Térmico	Cdt	S(mm ²)	Øtubo(mm)
L3C3	22,39	27,99	34	0,95	tubo empotrado	4	1,86	3 x 6 / 6 + 6TT	20
L3C2A	0,46	0,83	5	0,95	tubo empotrado	1,5	0,01	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2B	0,92	1,65	3	0,95	tubo empotrado	1,5	0,01	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2C	2,76	4,96	25	0,95	tubo empotrado	1,5	0,33	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2D	0,92	1,65	1	0,95	tubo empotrado	1,5	0,00	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2E	2,76	4,96	24	0,95	tubo empotrado	1,5	0,32	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2F	4,13	7,44	22	0,95	tubo empotrado	1,5	0,44	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2G	8,27	14,88	30	0,95	tubo empotrado	1,5	1,20	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2H	2,30	4,13	12	0,95	tubo empotrado	1,5	0,13	2 x 1,5 +4TT	16
L3C2	7,50	13,50	14	0,95	tubo empotrado	1,5	0,62	3 x 1,5 / 1,5 +4TT	20
L3C4A	0,46	0,83	42	0,95	tubo empotrado	1,5	0,09	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4B	11,02	19,84	20	0,95	tubo empotrado	2,5	1,07	2 x 2,5 +4 TT	20
L3C4C	11,02	19,84	27	0,95	tubo empotrado	2,5	1,44	2 x 2,5 + 4 TT	20
L3C4D	1,84	3,31	1	0,95	tubo empotrado	1,5	0,01	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4E	4,13	7,44	1,5	0,95	tubo empotrado	1,5	0,03	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4F	4,13	7,44	9,5	0,95	tubo empotrado	1,5	0,19	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4G	5,02	9,04	70	0,95	tubo empotrado	1,5	1,70	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4H	1,18	2,12	39	0,95	tubo empotrado	1,5	0,22	2 x 1,5 +4TT	16
L3C4	12,94	23,29	25	0,95	tubo empotrado	2,5	1,90	3 x 2,5 / 2,5 + 4TT	20
L3C1A	-	16	19	0,95	tubo empotrado	2,5	2,06	2 x 2,5 + 4 TT	20
L3C1B	-	16	19	0,95	tubo empotrado	2,5	2,06	2 x 2,5 + 4 TT	20
L3C1C	-	16	19	0,95	tubo empotrado	2,5	2,06	2 x 2,5 +4 TT	20
L3C1D	-	32	19	0,95	tubo empotrado	6	4,13	3 x 6 / 6 + 6TT	25
L3C1	10	10	36	0,95	tubo empotrado	1,5	0,71	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20

2.3.3.5 Cuadro secundario IV

Línea	Ical(A)		L(m)	cosφ	Canalización	C.Térmico	Cdt	S(mm²)	Øtubo(mm)
L4C2A	19,74	35,53	23	0,95	tubo empotrado	6	2,20	2 x 6 + 6TT	25
L4C2B	19,74	35,53	23	0,95	tubo empotrado	6	2,20	2 x 6 + 6TT	25
L4C2C	19,74	35,53	24	0,95	tubo empotrado	6	2,30	2 x 6 + 6TT	25
L4C2	19,79	35,62	12,5	0,95	tubo empotrado	6	1,45	3 x 6 / 6 + 6TT	25
L4C1A	16		0,2	0,95	tubo empotrado	2,5	0,04	2 x 2,5 + 4 TT	20
L4C1B	16		0,2	0,95	tubo empotrado	2,5	0,04	2 x 2,5 + 4 TT	20
L4C1C	16		0,2	0,95	tubo empotrado	2,5	0,04	2 x 2,5 +4 TT	20
L4C1D	32		0,2	0,95	tubo empotrado	6	0,07	3 x 6 / 6 + 6TT	25
L4C1	10		36	0,95	tubo empotrado	1,5	1,36	3 x 1,5 / 1,5 + 4TT	20

* En el caso de que alguna de las secciones escogidas finalmente, no coincida con ninguna de las calculadas en los criterios, se ha optado por una mayor, teniendo en cuenta las condiciones que se deben cumplir para el cálculo de protecciones.

2.3.4. INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ANTERIORES.

A continuación se explican las abreviaturas de las tablas anteriores:

- Línea= designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.

- I_{nom} = intensidad nominal de la línea en amperios.
- I_{cal} = intensidad resultante de multiplicar I_{nom} por un factor de corrección que depende del tipo de receptor.
- F_c = factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma
- I_{adm} = es la intensidad resultante del cociente de I_{cal} entre F_c .
- L = longitud de la línea en metros.
- Canalización= Tipo de canalización por la que se distribuye la línea.
- S = sección del cable en mm^2 .
- Tubo = Diámetro exterior mínimo del tubo que aloja los cables y se calcula según el número y sección de los cables a conducir.

2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.

2.4.1. INTRODUCCIÓN.

El cálculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto determinar el poder de corte de la aparamenta de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación. El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I_{cc}).

2.4.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

En el proceso de cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

2.4.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (IBERDROLA), es $P_{cc} = 500$ MVA.

Si despreciamos la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba del transformador.

$$Z_A = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = \frac{13200^2}{500 \cdot 10^6} = 0,35$$

Dónde:

- U_s : Tensión de vacío del secundario en voltios.
- P_{cc} : Potencia de cortocircuito en KVA.
- Z, X : Impedancia o reactancia aguas arriba en milijulios.

Este valor está referido a MT, para pasarlo a BT, hacemos lo siguiente:

$$Z_A = 0,35 \cdot \left(\frac{400}{13200}\right)^2 = 0,32$$

En segundo lugar, se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparamenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z_T = X = U_{cc} \cdot \left(\frac{U^2}{S_n}\right) = (4/100) \cdot \left(\frac{400^2}{400 \cdot 10^3}\right) = 16$$

Dónde:

- U : tensión en vacío entre fases en voltios.
- U_{cc} : tensión de cortocircuito en % (4%).
- S_n : potencia aparente en KVA (400KVA).
- Z, X : impedancia o reactancia al secundario en m.j.

Así pues ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_d = 0,32 + 16 = 16,32m$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)} = \frac{400}{(\sqrt{3} \cdot 16,32)} = 14,15KA$$

Dónde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito eficaz en KA
- U_s : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- Z_T : impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en milis.

2.4.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CGD.

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia $Z_T = 16,32m$ inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa:

- 28 metros de acometida, formada por 3 fases de $3 \times 150 \text{ mm}^2$.

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{28}{150 \cdot 56} \times 3 = 10 \text{ m} \Omega$$

- $X'_A = 16 \text{ m} \Omega$
- $X_T = 0,32 \text{ m} \Omega$
- $X_{AUT} = (0,15 \text{ m} \cdot 3) = 0,45 \text{ m} \Omega$
- $Z_D = R_L + (X'_A + X_T + X_{AUT})j$
- $|Z_D| = 19.525 \text{ m} \Omega$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_D} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 19.525} = 11,827,92 \text{ KA}$$

2.4.5. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.

2.4.5.1. Interpretación de las tablas.

A continuación se explican abreviaturas de las tablas utilizadas posteriormente:

- Línea: designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.
- L(m): longitud en metros desde el cuadro hasta el circuito que se alimenta.
- S(mm): sección en milímetros del cable por el que pasa la corriente, desde el cuadro hasta alcanzar el circuito.
- V(V): tensión nominal de la línea en voltios.
- Z_D : impedancia directa en $m\Omega$.
- Z_0 : impedancia homopolar en $m\Omega$.
- I_{CCMAX} : es la corriente de cortocircuito máxima en KA
- I_{CCMIN} : es la corriente de cortocircuito mínima en KA
- T_{ccmin} : tiempo de desconexión para cada I_{ccmin} (seg)
- Curva: es el tiempo de disparo del interruptor.

2.4.5.2 Cuadro secundario I

Cuadro I	L(m)	S(mm ²)	U(V)	Zd(Iccmax)	2Zd+Zh	Iccmax	PdC	Iccmin	tmicc	In	Ireg	Curva disp.
L1 C3	27	95	380	0,017	0,091	12747,61	15,00	7251,49	3,71	160	144	D
L1 C2A	25	1,5	380	0,017	1,773	12747,61	15,00	371,15	0,35	10	-	D
L1 C2B	28	1,5	380	0,017	1,979	12747,61	15,00	332,58	0,44	10	-	D
L1 C1A	17	4	380	0,017	0,496	12747,61	15,00	1325,89	0,20	20	-	D



L1 C1B	20	4	380	0,017	0,574	12747,61	15,00	1147,64	0,26	20	-	D
L1 C1C	20	4	380	0,017	0,574	12747,61	15,00	1147,64	0,26	20	-	D
L1 C2C	13	1,5	380	0,017	0,951	12747,61	15,00	692,42	0,10	10	-	D
L1 C2D	15	1,5	380	0,017	1,088	12747,61	15,00	605,13	0,13	10	-	D

2.4.5.3. Cuadro secundario II

Cuadro II	L(m)	S(mm ²)	U(V)	Zd(Iccmax)	2Zd+Zh	Iccmax	PdC	Iccmin	tmicc	In	Ireg	Curva disp.
L2C3	30	70	400	0,0169	0,09	13693,61	15,00	7229,94	2,02	125	120	D
L2C2A	15	1,5	400	0,0169	1,07	13693,61	15,00	613,27	0,13	10	-	D
L2C2B	18	1,5	400	0,0169	1,28	13693,61	15,00	514,64	0,18	10	-	D
L2C1A	20	4	400	0,0169	0,56	13693,61	15,00	1177,29	0,25	20	-	D
L2C1B	23	4	400	0,0169	0,64	13693,61	15,00	1034,59	0,32	20	-	D
L2C1C	25	4	400	0,0169	0,69	13693,61	15,00	957,24	0,38	20	-	D
L2C2C	13	1,5	400	0,0169	0,94	13693,61	15,00	703,11	0,10	10	-	D
L2C2D	14	1,5	400	0,0169	1,00	13693,61	15,00	655,13	0,11	10	-	D
L2C2E	12	6	400	0,0169	0,25	13693,61	15,00	2623,70	0,11	25	-	D

2.4.5.4. Cuadro secundario III

Cuadro III	L(m)	S(mm ²)	U(V)	Zd(Iccmax)	2Zd+Zh	Iccmax	PdC	Iccmin	tmicc	In	Ireg	Curva disp.
L3C3	34	4	400	0,0168	0,92	13732,64	15,00	718,89	0,67	25	-	D
L3C2	14	1,5	400	0,0168	1,00	13732,64	15,00	657,36	0,11	10	-	D
L3C4	25	2,5	400	0,0168	1,07	13732,64	15,00	615,23	0,36	16	-	D
L3C1	36	1,5	400	0,0168	2,51	13732,64	15,00	262,25	0,71	10	-	D

2.4.5.5. Cuadro secundario IV

Cuadro IV	L(m)	S(mm ²)	U(V)	Zd(Iccmax)	2Zd+Zh	Iccmax	PdC	Iccmin	tmicc	In	Ireg	Curva disp.
L4C2	12,5	6	400	0,01688121	0,26	13680,3046	15	2527,76	0,12	20	-	D
L4C1	36	1,5	400	0,01688121	2,51	13680,3046	15	261,79	0,71	10	-	D

2.4.5.6. Cuadro general de distribución

Cuadro general	L(m)	S(mm ²)	U(V)	Zd(Iccmax)	2Zd+Zh	Iccmax	PdC	Iccmin	tmicc	In	Ireg	Curva disp.
L1	26	185	380	0,0195	0,1249	11236,52	15	5269,87	26,62	250	237	D
L2	15	185	380	0,0195	0,1189	11236,52	15	5533,43	24,14	250	237	D
L3	13	25	380	0,0195	0,1633	11236,52	15	4030,93	0,83	63	52	D
L4	13	10	380	0,0195	0,2430	11236,52	15	2708,50	0,29	32	30	D

2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

2.5.1. BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN:

2.5.1.1. Cuadro secundario I.

Línea	Elemento	Potencia (KW)	Cos φ	Potencia (KVA)
L1 C3	Sierra 1	90,00	0,80	112,50
L1 C2A	Lijadora 1	6,00	0,80	7,50
L1 C2B	Lijadora 2	6,00	0,80	7,50
L1 C1A	Pulidora 1	12,00	0,80	15,00
L1 C1B	Pulidora 2	12,00	0,80	15,00
L1 C1C	Pulidora 3	12,00	0,80	15,00
L1 C2C	C. barnizado 1	5,00	0,80	6,25
L1 C2D	C. barnizado 2	5,00	0,80	6,25
TOTAL		148,00		185,00

2.5.1.2. Cuadro secundario II.

Línea	Elemento	Potencia (KW)	Cos φ	Potencia (KVA)
L2C3	Sierra 2	75,00	0,80	93,75
L2C2A	Lijadora 3	6,00	0,80	7,50
L2C2B	Lijadora 4	6,00	0,80	7,50
L2C1A	Pulidora 4	12,00	0,80	15,00
L2C1B	Pulidora 5	12,00	0,80	15,00
L2C1C	Pulidora 6	12,00	0,80	15,00
L2C2C	C. barnizado 3	5,00	0,80	6,25
L2C2D	C. barnizado 4	5,00	0,80	6,25
L2C2E	Compresor	15,00	0,80	18,75
TOTAL		148,00		185,00

2.5.1.3. Cuadro secundario III.

Línea	Elemento	Potencia (KW)	Cos φ	Potencia (KVA)
L3C3	Caldera	14,00	0,95	14,74
L3C2A	Alum.Aseo.Desp	0,10	0,95	0,10
L3C2B	Alum.Archivo	0,19	0,95	0,20
L3C2C	Alum.Despacho	0,58	0,95	0,61
L3C2D	Alum.Aseo.S.E	0,19	0,95	0,20
L3C2E	Alum.S.Espera	0,58	0,95	0,61
L3C2F	Alum.Comedor	0,86	0,95	0,91
L3C2G	Alumb.Pasillo.Alm	1,73	0,95	1,82
L3C2H	Alumb.Pasillo.Vest	0,48	0,95	0,51
L3C4A	Alum.C.Trafo	0,10	0,95	0,10
L3C4B	Alum.Vest.Masc	2,30	0,95	2,43
L3C4C	Alum.Vest.Fem	2,30	0,95	2,43
L3C4D	Alum.Sala.Quim	0,38	0,95	0,40
L3C4E	Alum.Sala.Comp	0,86	0,95	0,91
L3C4F	Alum.Sala.Cald	0,86	0,95	0,91

L3C4G	Alum.Exterior	0,86	0,95	0,91
L3C4H	Alum.Emergencia	0,25	0,95	0,26
L3C1	Total TC	6,25	0,95	6,58
TOTAL		33,07		34,81

2.5.1.4. Cuadro secundario IV.

Línea	Elemento	Potencia (KW)	Cos φ	Potencia (KVA)
L4C2A	Alum.Zona.Prod.	4,13	0,95	4,34
L4C2B	Alum.Zona.Prod.	4,13	0,95	4,34
L4C2C	Alum.Almacén.	4,13	0,95	4,34
L4C1	Total TC	6,25	0,95	6,58
TOTAL		18,63		19,61

La potencia total activa es de:

- $P = 347,70$

La potencia total aparente es de:

- $S = 424,42$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

- $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 243,39 \text{ KVar}$

Se quiere conseguir un cos φ cercano a 1, con cos' $\varphi = 0,95$.

$$Q' = P \cdot \tan' \varphi = 114,003 \text{ VAr}$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q_B = Q - Q' = 129,105$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 129,105 KVar. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia consta de tres baterías de condensadores, la primera de 5 KVar (Con escalones 1,66 + 3,33 KVar), la segunda de 7,5 KVar (Con escalones 2,5+5KVA) serie mini 30 y una última de 125 KVar (Con escalones 2*12,5+2*25+50KVar), que se colocarán en el lado del cuadro general de baja tensión.

La batería automática elegida tiene una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31 RAL 7035.
- Protección contra contactos directos (puerta abierta).
- Normas: UNE-EN 60831, 1/2 UNE-EN 60439, 1UNE-EN 61921, UL 810 standard.

2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA:

Aplicando la fórmula de la potencia, se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_N \cdot \sin \varphi$$

Siendo:

- $\sin \varphi = 1$ (el de la batería de condensadores).
- $V = 400 \text{ V}$
- $Q =$ potencia de la batería de condensadores (129,037 KVar).

Sustituyendo y despejando la $I_N = 186,25 \text{ A}$.

El cable de conexión de la batería con el CGD tendrá una sección de 95 mm^2 , RV – K 0.6/1 PRYSMIAN.

2.5.3. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA:

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$$I_N = 162,38 \text{ A.}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al CGD.

$$I_{CC} = 11827,92 \text{ KA.}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 15 KA, $I_N = 250 \text{ A}$, regulado a 187A.

2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

2.6.1 INVESTIGACIÓN DEL TERRENO.

Dependiendo de la naturaleza y de la profundidad del terreno variará la resistencia de tierra, para lograr la resistividad del terreno se acudirá a la tabla 3 de la ITC-BT-18.

Dada la naturaleza del terreno (margas y arcilla compactada) se obtiene un valor aproximado de la resistividad de terreno, que será de 100 a 200 m (valor medio 150 m).

2.6.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA.

Según se explica en la memoria, al tratarse de un lugar seco la diferencia de tensión entre masa y tierra no deberá superar los 50 voltios.

Resistencia de las picas:

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18 tenemos que:

$$R_{pica} = \rho / L = 150 / 2 = 75 \Omega$$

- L= longitud de la pica = 2m.
- D= diámetro de la pica = 14 mm.
- ρ = Resistividad del terreno.

Se sabe que la resistencia equivalente a un grupo de picas es inversamente proporcional al número de estas, aunque esto en la práctica no sea rigurosamente cierto, se considerará así.

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N = 75 / 4 = 18,75 \Omega$$

En nuestro caso se colocarán 4 picas situadas conforme la ITC-BT-18 en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como puede observarse en los planos adjuntos al proyecto.

Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado:

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 0.5 m (ITC-BT-18). Se colocará a 0.8 m. Por la tabla 5 de dicha ITC, se tiene que:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = 2,0604 \Omega$$

L= longitud del conductor en metros 145,6 m.

Resistencia a tierra total de la instalación:

$$R_{total} = \frac{(R_{equivalente} \cdot R_{conductor})}{(R_{equivalente} + R_{conductor})} = 1,86 \Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 600 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \cdot R_{total} = 0,6 \cdot 1,894 = 1,136 V < 50 V$$

Por tanto, se toma la instalación por buena.

2.6.3 SECCIÓN DEL CABLE DE TIERRA Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.

El conductor de tierra será de cobre de 50 mm² de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm².

2.6.4. PUNTO DE PUESTA A TIERRA.

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-BT-18. El acceso a la nave por los empleados, al lado del cuadro general.

2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

2.7.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN:

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S = Potencia del transformador en KVA. (400 KVA).
- U_p = Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV).
- I_p = Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores, obtendremos:

$$I_p = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17,50 A$$

2.7.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Siendo:

- S = Potencia del transformador en KVA. (400KVA)
- W_{Cu} = Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.
- W_{Fe} = Pérdidas en el hierro del transformador.
- U_s = Tensión compuesta en carga del secundario en KV (0,42 KV)
- I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Despreciando las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos (en el cobre), se tiene:

$$I_s = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 549,857 A$$

2.7.3. CORTOCIRCUITOS.

2.7.3.1. Introducción:

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

2.7.3.2. Corrientes de cortocircuito:

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 21,87 \text{ KA}$$

Siendo:

- S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA (500 MVA).
- U = tensión primaria en KV (13,2 KV).
- I_{CCP} = intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{CCS} = \frac{I_s \cdot 100}{U_{cc}(\%)} = 13.746 \text{ KA}$$

Siendo:

- I_s = Intensidad secundaria.
- U_{cc} = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4%).
- I_{CCS} = intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

2.7.3.3. Conexión celdas- transformador.

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17.50 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de aluminio de 50 mm² de sección con aislamiento HEPRZ1 como viene indicado en la norma NI 50.40.06 de Iberdrola.

La interconexión entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar con conductor de aluminio y aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) de 1x50 mm² de tensión nominal 12/20 kV, especificados en la norma NI 56.43.01.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados, de conexión sencilla de 24 kV/200 A., especificados en la norma NI 56.80.02.

2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro BT.

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 549.857 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar tres conductores por fase de cobre de 150 mm² y un conductor por neutro de 150 mm² con un aislamiento RZ1K como viene indicado en la norma NI 50.40.06 de Iberdrola para un transformador de 400 KVA de potencia.

2.7.4. OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO:

2.7.4.1. Iluminación:

Se ha decidido colocar dos lámparas fluorescentes de la marca Philips, modelo Philips TBS771 6xTL5-14W.

- Tipo de local: Centro de transformación.
- Área del local: 10,61 m.
- Solución: 1 lámpara Philips TBS771 6xTL5-14W.
- Potencia: 110W.

2.7.4.2. Luminarias de emergencia y señalización:

- Tipo de local: Centro de Transformación.
- Área del local: 10,61 m.
- Proporción 5 lm/m²
- Solución: 1 luminaria DUNNA DC-60 (60 lm)
- Potencia: 6,4W.

2.7.5. Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación.

El objeto de la ventilación en los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

Datos del transformador para el cálculo de la superficie de la rejilla:

- $W_{Cu} = 2,3 \text{ KW}$
- $W_{Fe} = 8,6 \text{ KW}$
- $H = 2 \text{ m}$
- $\Delta T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $Q = \text{Caudal de aire necesario}$
- $V_s = \text{Velocidad del aire (m/s)}.$

Formulas:

$$Q = \frac{P_p (KW)}{\Delta T \cdot 1,16}$$

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta T}$$

$$S = \frac{Q}{V_s} = 1,44 \text{ m}^2$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según la MIE RAT 13, disminuyen el paso de aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

$$S_{entrada} = 1,4 \cdot S = 2,022 \text{ m}^2$$

La superficie de la rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la siguiente relación:

$$S_{entrada} = 0,92 \cdot S_{salida} \rightarrow S_{salida} = 2,198 \text{ m}^2$$

El edificio dispondrá de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral

izquierda inferior, detrás del transformador, de dimensiones 2150/950 mm y superficie total 2,0425 m², que es un poco mayor a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral derecha, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 2200/1000 mm, con superficie de 2,2 m², que es ligeramente superior a la necesaria. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia media vertical de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas, así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

2.7.6. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de aceite refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciado total. Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros, no habrá ninguna delimitación en ese sentido, ya que entrará toda la totalidad del aceite, 330 litros, que está incorporado en el transformador.

2.7.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA:

2.7.7.1. Introducción:

Hay que distinguir entre la tierra de protección y la de servicio. Deberán estar separadas para evitar que se transfieran tensiones peligrosas, tal y como se calcula posteriormente.

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará el centro de transformación, se determina una resistividad superficial de 150 m.
- Tensión de red: 13,2 KV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24KV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las Empresas suministradoras de energía: Id= 400 A.

Características del Centro de Transformación:

- La caseta tiene 4460 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3045 mm de alto.
- La resistividad del terreno: $\rho = 150 \Omega\text{m}$
- La resistividad del hormigón: $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ellos, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

La intensidad máxima de defecto a tierra es 400 A y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos, según datos proporcionados por la compañía suministradora (Iberdrola).

2.7.7.2. Tierra de Protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolturas metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-30/8/84 cuyos datos son los

siguientes:

- $K_r = 0.062 \, \Omega / \Omega m$ (Resistencia)
- $K_p = 0.0096 \, V / \Omega mA$ (Tensión de paso)
- $K_c = 0.0232 \, V / \Omega mA$ (Tensión de contacto exterior)

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de $50 \, mm^2$ de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros. Estas picas formarán un rectángulo de dimensiones 5x3 metros.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las comprobaciones realizadas anteriormente.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos.

2.7.7.3. TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 5/32 cuyos datos son los siguientes:

- $K_r = 0,13 \, \Omega / \Omega m$.

Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de $50 \, mm^2$ de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 metros, y la separación entre cada pica será de 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 9 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las comprobaciones anteriormente realizadas.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a $37 \, \Omega$. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 600 mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra un a tensión superior a 24 V ($=37 \times 600$).

Existirá una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de tierra de servicio, a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión.

2.7.7.4. Resistencia de la tierra de Protección:

La compañía suministradora proporciona los datos de la puesta a tierra del neutro, cuyos valores son los siguientes: $R_n=0$; $X_n=25$.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro y tensión de defecto correspondiente, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,062 \cdot 150 = 9,3 \, \Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_D = \frac{U}{(\sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_n + R_r)^2 + X_n^2)})} = \frac{13200}{(\sqrt{3} \cdot \sqrt{((0 + 9,3)^2 + 25^2))}} = 285,71 \text{ A}$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 9,3 \cdot 285,71 = 2657,103 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo 3000V.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del Centro.

2.7.7.5. Resistencia de la tierra de Servicio:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,13 \cdot 150 = 19,5 \Omega$$

2.7.7.6. Tensiones en el exterior de la instalación:

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$V_p = K_p \cdot I_D = 0,0096 \cdot 150 \cdot 400 = 576 \text{ V}$$

2.7.7.7. Tensiones en el interior de la instalación:

El piso del centro estará constituido por un mallazo electro-soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$V_{P(acc)} = K_c \cdot I_d = 0,0232 \cdot 150 \cdot 285,71 = 994,71 \text{ V}$$

2.7.7.8. Tensiones aplicadas:

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de Transformación, se emplearán las siguientes expresiones:

$$V_{P(exterior)} = \frac{10 \cdot K}{t^n \cdot (1 + (6\rho/1000))} = 411,42 \text{ V} < 3040 \text{ V}$$

$$V_{P(acceso)} = \frac{10 \cdot K}{t^n \cdot (1 + ((3\rho + 3\rho H)/1000))} = 994,27 \text{ V} < 16720 \text{ V}$$

Siendo:

- U_p : tensiones de paso en voltios.
- $K = 72$
- $n = 1$
- K y n se obtienen en el MIE RAT 13, en función del tiempo de desconexión t .
- t : tiempo de desconexión en segundos (0,45s)
- ρ : resistividad del terreno (150 Ωm)
- ρH : resistividad del hormigón (3000 Ωm)

2.7.7.9. Tensiones transferidas al exterior:

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 285,71}{2\pi \cdot 1000} = 6,82 \text{ m}$$

2.7.7.10. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación.

Se verificará que las masas de puesta a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas, no están unidas a las tomas a tierra de las masas del centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, se transfieran tensiones de contacto peligrosas a las masas de las instalaciones de utilización.

Se considerará que las tierras son independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora que una la zona de tierra del CT con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre la toma de tierra del CT y la de las masas de la instalación debe ser como mínimo de 15 m para una $\rho < 100 \Omega\text{m}$.

Cuando el terreno no sea tan bueno, se utilizará esta ecuación:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi \cdot 1200} = 5,68 \text{ m}$$

Siendo:

- D : distancia entre electrodos, en metros.
- ρ : resistividad media del terreno en Ωm .
- I_d : Intensidad de defecto a tierra en A.

$V = 1200 \text{ V}$ para sistemas de distribución TT siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250V.

- c) El centro de transformación debe estar situado en un recinto aislado de locales de utilización.

2.7.7.11 Corrección y ajuste si procede.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor



medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido por el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



ANEXO DIALUX



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Proyecto 1	
Índice	1
Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB	
Hoja de datos de luminarias	4
Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO	
Hoja de datos de luminarias	5
Baño despacho director	
Resumen	6
Lista de luminarias	7
Resultados luminotécnicos	8
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	9
Almacén despacho director	
Resumen	10
Lista de luminarias	11
Resultados luminotécnicos	12
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	13
Despacho director	
Resumen	14
Lista de luminarias	15
Resultados luminotécnicos	16
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	17
Aseo sala de espera	
Resumen	18
Lista de luminarias	19
Resultados luminotécnicos	20
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	21
Sala de espera	
Resumen	22
Lista de luminarias	23
Resultados luminotécnicos	24
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	25
Comedor	
Resumen	26
Lista de luminarias	27
Resultados luminotécnicos	28
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	29
Pasillo Almacén	
Resumen	30
Lista de luminarias	31
Resultados luminotécnicos	32
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Gráfico de valores (UGR)	33
Almacén	
Resumen	34
Lista de luminarias	35
Resultados luminotécnicos	36
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR	
Gráfico de valores (UGR)	37
Zona de producción	
Resumen	38
Lista de luminarias	39
Resultados luminotécnicos	40
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 2	
Gráfico de valores (UGR)	41
Pasillo vestuarios	
Resumen	42
Lista de luminarias	43
Resultados luminotécnicos	44
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	45
Vestuario masculino	
Resumen	46
Lista de luminarias	47
Resultados luminotécnicos	48
Superficies del local	
vestuario + duchas	
Gráfico de valores (E, perpendicular)	49
baños + lavabo	
Gráfico de valores (E, perpendicular)	50
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	51
Vestuario femenino	
Resumen	52
Lista de luminarias	53
Resultados luminotécnicos	54
Superficies del local	
Baños + lavabos	
Gráfico de valores (E, perpendicular)	55
Vestuario + duchas	
Gráfico de valores (E, perpendicular)	56
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	57
Almacén productos químicos	
Resumen	58
Lista de luminarias	59
Resultados luminotécnicos	60
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	61
Sala compresores	
Resumen	62
Lista de luminarias	63



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

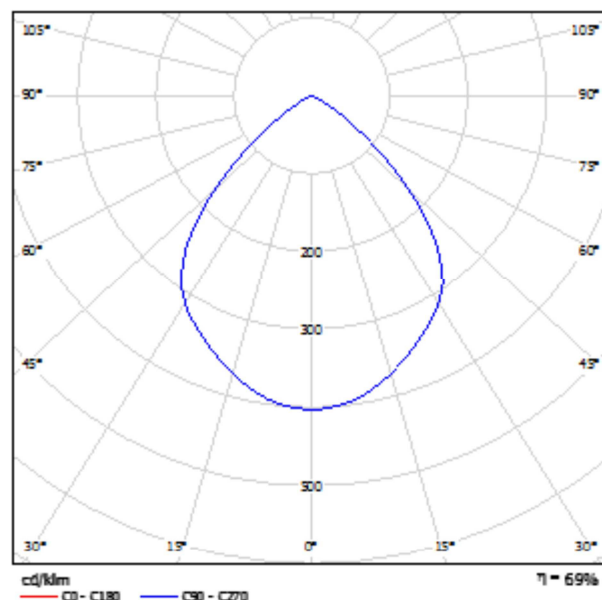
Índice

Resultados luminotécnicos	64
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	65
Sala calderas	
Resumen	66
Lista de luminarias	67
Resultados luminotécnicos	68
Superficies del local	
Superficie de cálculo UGR 1	
Gráfico de valores (UGR)	69

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 00 -2147483648

Emisión de luz 1:

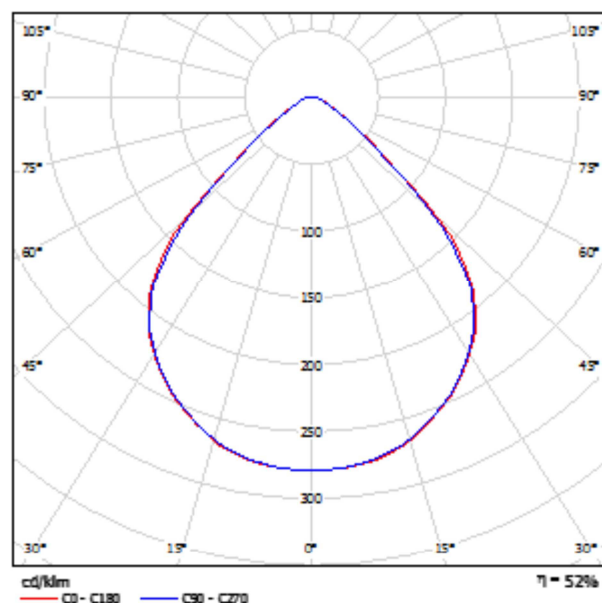
Valoración de deslumbramiento según UGR										
		70	70	80	80	90	70	70	80	80
α Techo		80	80	80	80	80	80	80	80	80
α Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinalmente al eje de lámpara			
2H	2H	19.5	20.4	19.5	20.6	20.9	19.5	20.4	19.5	20.6
	3H	19.4	20.2	19.7	20.5	20.7	19.4	20.2	19.7	20.5
	4H	19.3	20.1	19.6	20.4	20.6	19.3	20.1	19.6	20.4
	6H	19.2	20.0	19.5	20.3	20.5	19.2	20.0	19.5	20.3
	8H	19.2	19.9	19.5	20.2	20.5	19.2	19.9	19.5	20.2
4H	12H	19.2	19.8	19.5	20.1	20.4	19.2	19.8	19.5	20.1
	2H	19.4	20.2	19.7	20.4	20.7	19.4	20.2	19.7	20.4
	3H	19.3	19.9	19.6	20.2	20.6	19.3	19.9	19.6	20.2
	4H	19.2	19.8	19.5	20.1	20.5	19.2	19.8	19.5	20.1
	6H	19.1	19.6	19.5	20.0	20.4	19.1	19.6	19.5	20.0
8H	12H	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3	19.1	19.5	19.5	19.9
	2H	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3	19.1	19.5	19.5	19.9
	3H	19.0	19.4	19.5	19.8	20.2	19.0	19.4	19.5	19.8
	4H	19.0	19.3	19.5	19.7	20.2	19.0	19.3	19.5	19.7
	6H	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2	18.9	19.2	19.4	19.7
12H	4H	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3	19.1	19.5	19.5	19.9
	6H	19.0	19.3	19.5	19.7	20.2	19.0	19.3	19.5	19.7
	8H	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2	18.9	19.2	19.4	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+1.5 / -1.4					+1.5 / -1.4			
S = 1.5H		+3.2 / -3.7					+3.2 / -3.7			
S = 2.0H		+5.1 / -12.4					+5.1 / -12.4			
Tabla estándar		8000					8000			
Sumando de corrección		+0.3					+0.3			
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm. Ruido luminoso total										



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



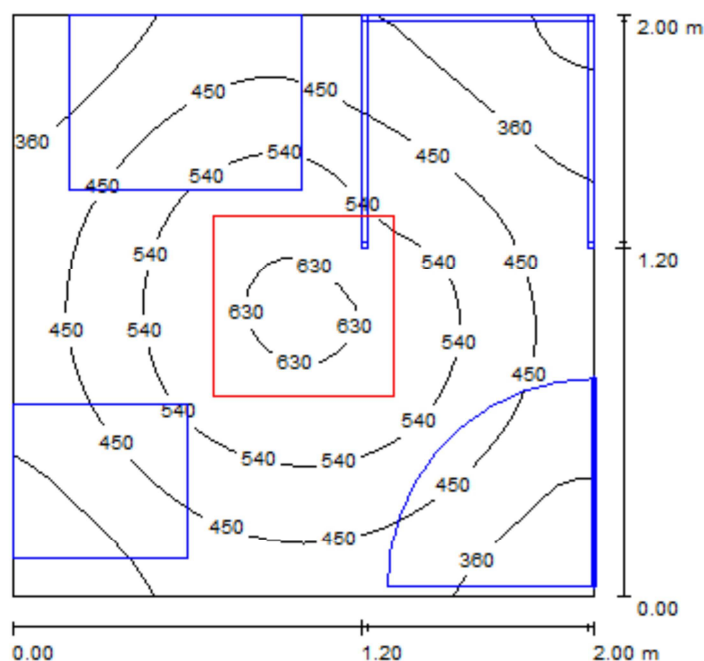
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	80	80	80	70	70	80	80	80	80
e Techo		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
e Paredes		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
e Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	13.5	14.5	13.5	14.7	13.0	13.4	14.4	13.5	14.5	14.5	14.5
	3H	13.5	14.5	13.5	14.7	13.0	13.4	14.3	13.7	14.5	14.5	14.5
	4H	13.5	14.5	13.5	14.7	13.0	13.4	14.3	13.7	14.5	14.5	14.5
	5H	13.7	14.4	14.0	14.7	13.0	13.5	14.2	13.5	14.5	14.5	14.5
	5H	13.7	14.4	14.0	14.7	13.0	13.5	14.2	13.5	14.5	14.5	14.5
	12H	13.7	14.4	14.0	14.7	13.0	13.5	14.2	13.5	14.5	14.5	14.5
4H	2H	13.5	14.3	13.5	14.6	14.9	13.3	14.2	13.7	14.4	14.7	14.7
	3H	13.5	14.3	14.0	14.6	13.0	13.5	14.2	13.5	14.5	14.5	14.5
	4H	13.7	14.3	14.1	14.7	13.0	13.5	14.2	13.5	14.5	14.5	14.5
	5H	13.5	14.4	14.2	14.7	13.1	13.5	14.2	14.0	14.5	14.5	14.5
	5H	13.5	14.4	14.3	14.7	13.1	13.7	14.1	14.1	14.5	14.5	14.5
	12H	13.5	14.3	14.4	14.5	13.2	13.7	14.1	14.1	14.5	14.5	14.5
5H	4H	13.7	14.2	14.1	14.6	13.0	13.5	14.0	14.0	14.4	14.5	14.5
	5H	13.5	14.3	14.3	14.7	13.1	13.7	14.1	14.1	14.5	14.5	14.5
	5H	14.0	14.3	14.4	14.5	13.2	13.5	14.1	14.2	14.5	13.0	13.0
	12H	14.1	14.3	14.5	14.5	13.3	13.5	14.1	14.3	14.5	13.1	13.1
	4H	13.7	14.1	14.1	14.5	13.0	13.5	13.9	14.0	14.4	14.5	14.5
	5H	13.5	14.2	14.4	14.7	13.1	13.7	14.0	14.2	14.5	14.5	14.5
12H	5H	13.5	14.3	14.5	14.7	13.2	13.5	14.1	14.3	14.5	13.0	13.0
	5H	14.0	14.3	14.5	14.7	13.2	13.5	14.1	14.3	14.5	13.0	13.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.3 / -2.1					+1.3 / -2.2					
S = 1.5H		+2.7 / -3.5					+2.5 / -3.7					
S = 2.0H		+4.4 / -4.3					+4.5 / -4.5					
Tabla estándar		5001					5001					
Sumando de corrección		-5.4					-5.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6769lm R _u o luminaria total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño despacho director / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	457	235	649	0.514
Suelo	20	180	7.46	265	0.041
Techo	70	74	49	87	0.661
Paredes (4)	50	153	8.70	339	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			3535	6798	96.0

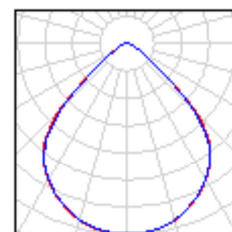
Valor de eficiencia energética: $24.00 \text{ W/m}^2 = 5.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño despacho director / Lista de luminarias

1 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño despacho director / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3535 lm
Potencia total: 96.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	369	88	457	/	/
Suelo	126	55	180	20	11
Techo	0.02	74	74	70	17
Pared 1	95	70	164	50	26
Pared 2	88	64	152	50	24
Pared 3	79	61	140	50	22
Pared 4	91	66	157	50	25

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.514 (1:2)

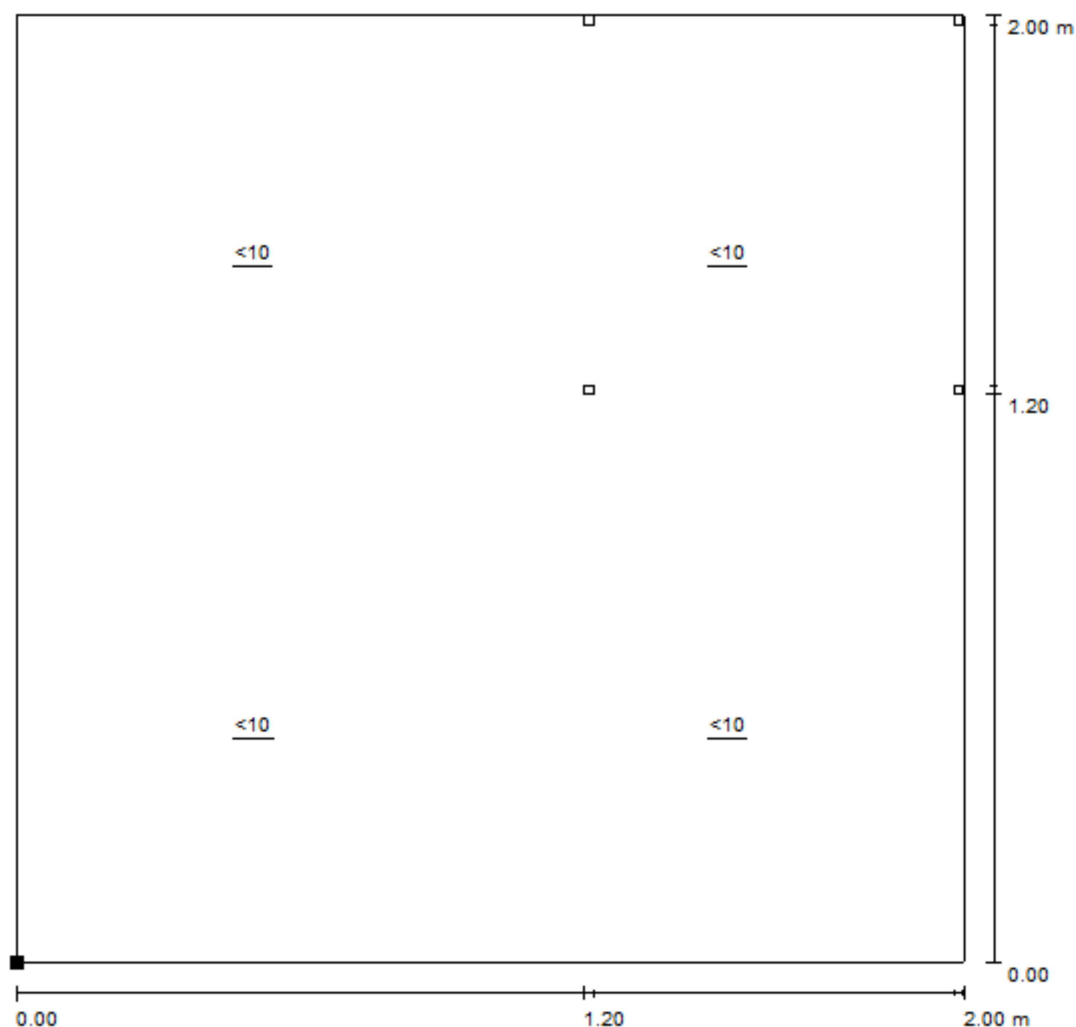
E_{\min} / E_{\max} : 0.362 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $24.00 \text{ W/m}^2 = 5.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)



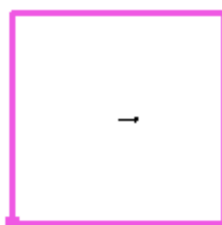
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño despacho director / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 16

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 0.199 m, 1.200 m)



Trama: 2 x 2 Puntos

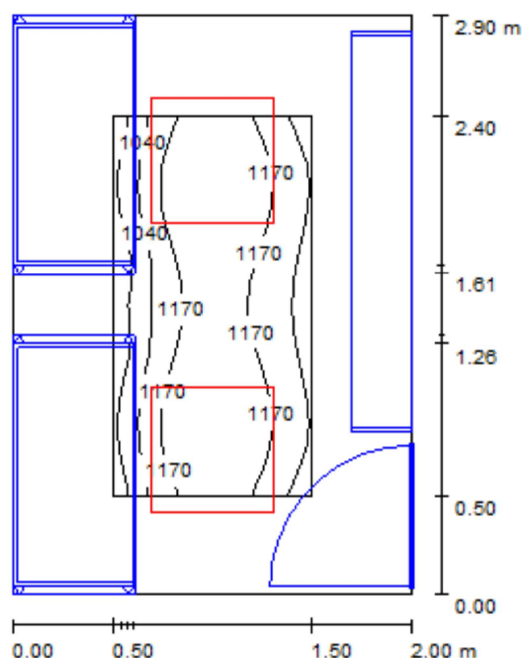
Min
/

Max
/



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén despacho director / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1144	695	1330	0.608
Suelo	20	256	7.68	406	0.030
Techo	70	143	87	184	0.604
Paredes (4)	50	150	1.12	563	/

Plano útil:

Altura: 1.700 m
Trama: 16 x 8 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			7070	13596	192.0

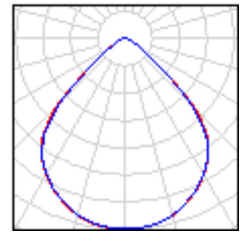
Valor de eficiencia energética: $33.10 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.80 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén despacho director / Lista de luminarias

2 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén despacho director / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7070 lm
Potencia total: 192.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	1041	102	1144	/	/
Suelo	203	54	256	20	16
Techo	0.02	143	143	70	32
Pared 1	125	80	205	50	33
Pared 2	66	81	147	50	23
Pared 3	121	73	195	50	31
Pared 4	22	63	85	50	14

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.608 (1:2)

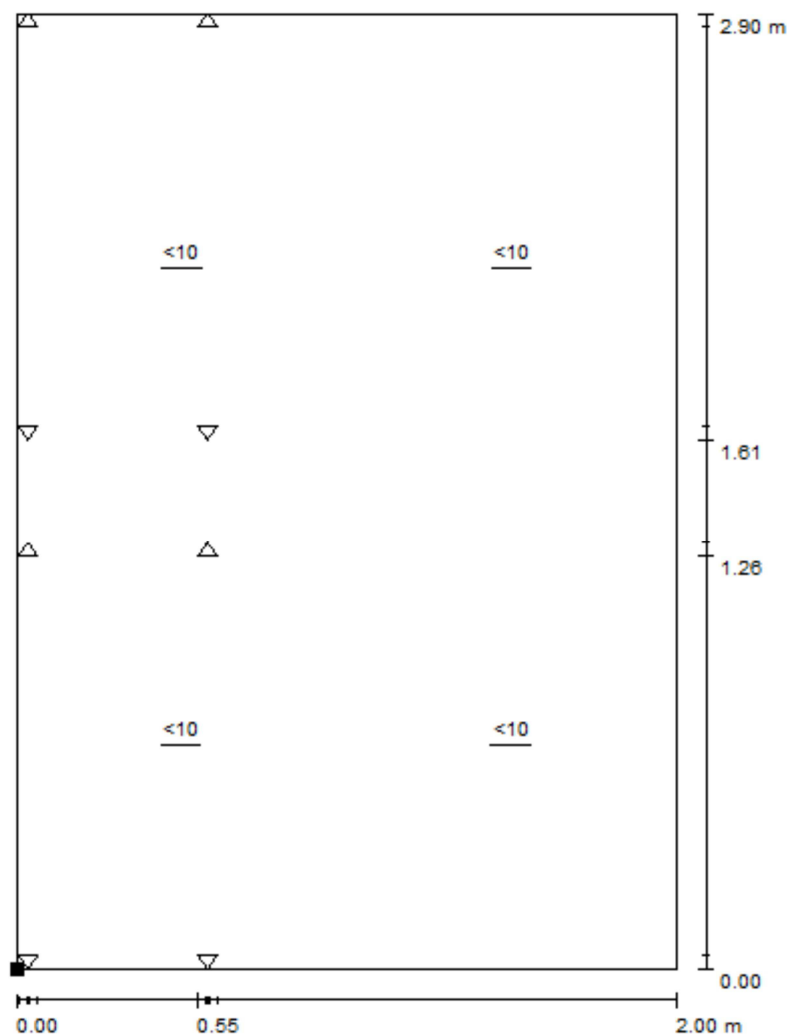
E_{\min} / E_{\max} : 0.523 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $33.10 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.80 m^2)



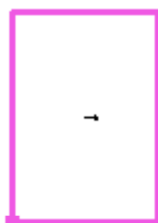
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén despacho director / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 23

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.199 m, 2.300 m, 1.200 m)

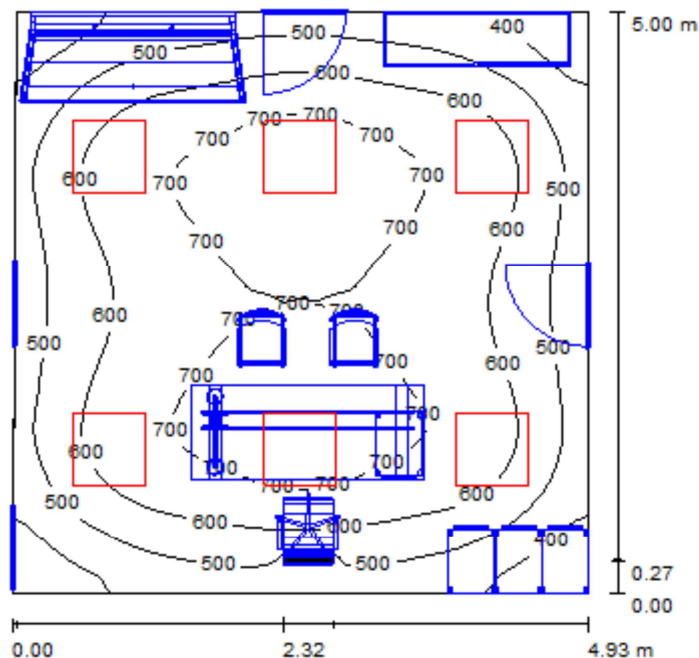


Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/Max
/

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho director / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	593	299	765	0.505
Suelo	20	389	18	641	0.046
Techo	70	115	87	134	0.756
Paredes (4)	50	209	13	501	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			21210	40788	576.0

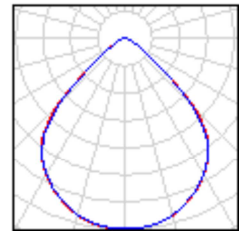
Valor de eficiencia energética: $23.44 \text{ W/m}^2 = 3.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.57 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho director / Lista de luminarias

6 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho director / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21210 lm
Potencia total: 576.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	492	101	593	/	/
Suelo	305	83	389	20	25
Techo	0.02	115	115	70	26
Pared 1	110	93	203	50	32
Pared 2	134	92	226	50	36
Pared 3	83	87	170	50	27
Pared 4	137	101	239	50	38

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.505 (1:2)

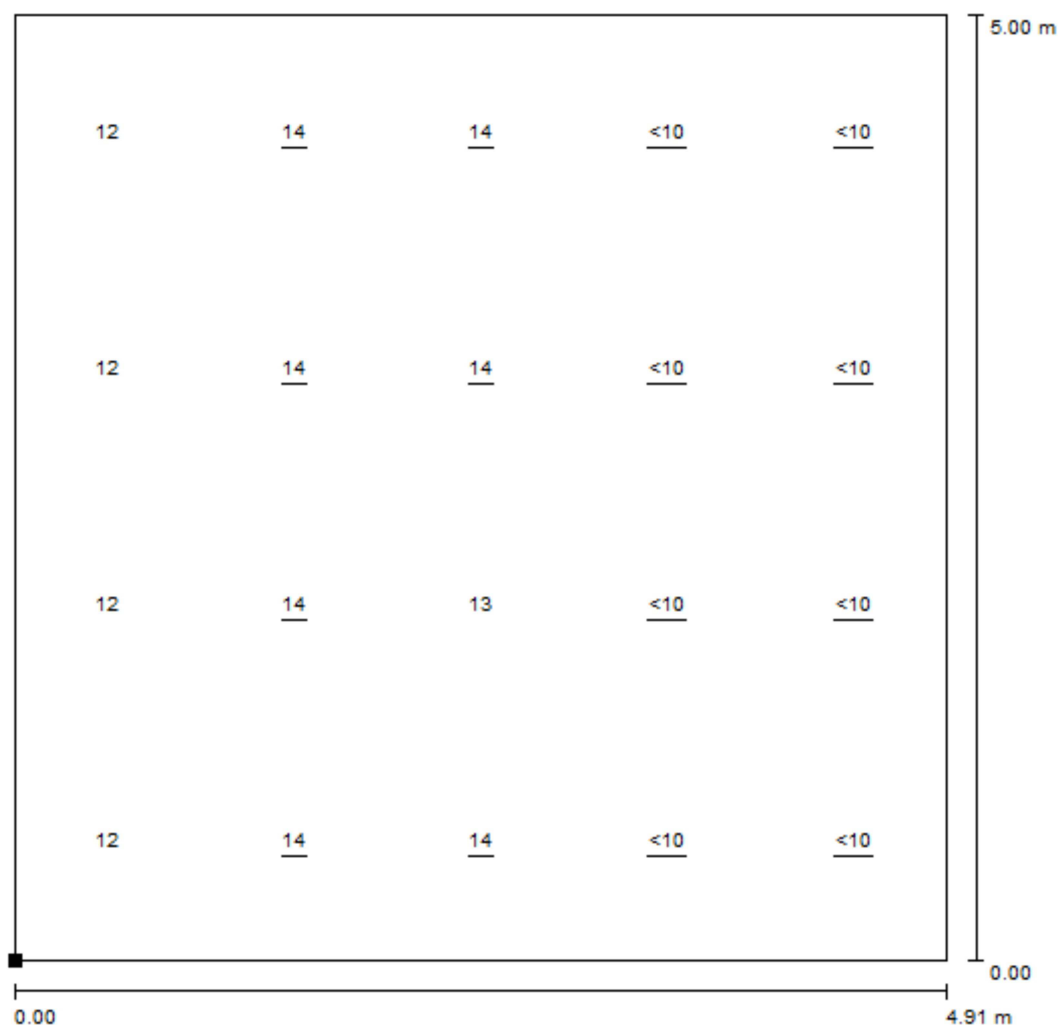
E_{\min} / E_{\max} : 0.391 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $23.44 \text{ W/m}^2 = 3.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.57 m^2)



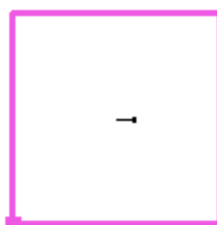
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho director / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 40

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(2.286 m, 0.200 m, 1.200 m)



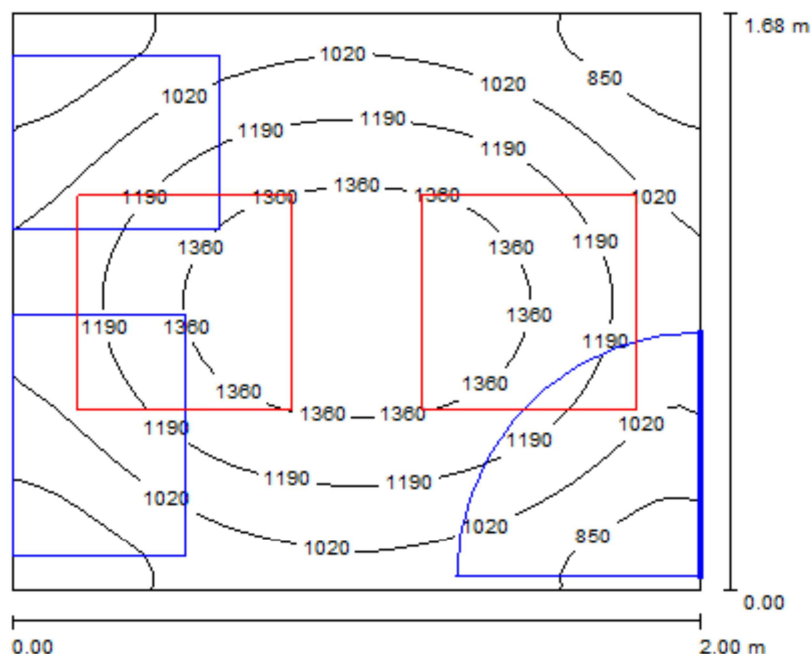
Trama: 4 x 5 Puntos

Min
/

Max
14

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo sala de espera / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:22

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1120	681	1496	0.609
Suelo	20	385	22	521	0.056
Techo	70	201	133	292	0.661
Paredes (4)	50	378	12	1072	/

Plano útil:

Altura: 1.500 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			7070	13596	192.0

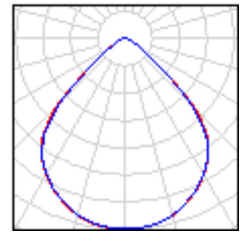
Valor de eficiencia energética: $57.31 \text{ W/m}^2 = 5.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.35 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo sala de espera / Lista de luminarias

2 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo sala de espera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7070 lm
Potencia total: 192.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	898	222	1120	/	/
Suelo	259	126	385	20	25
Techo	0.03	201	201	70	45
Pared 1	200	168	368	50	59
Pared 2	254	172	425	50	68
Pared 3	206	167	373	50	59
Pared 4	201	149	350	50	56

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.609 (1:2)

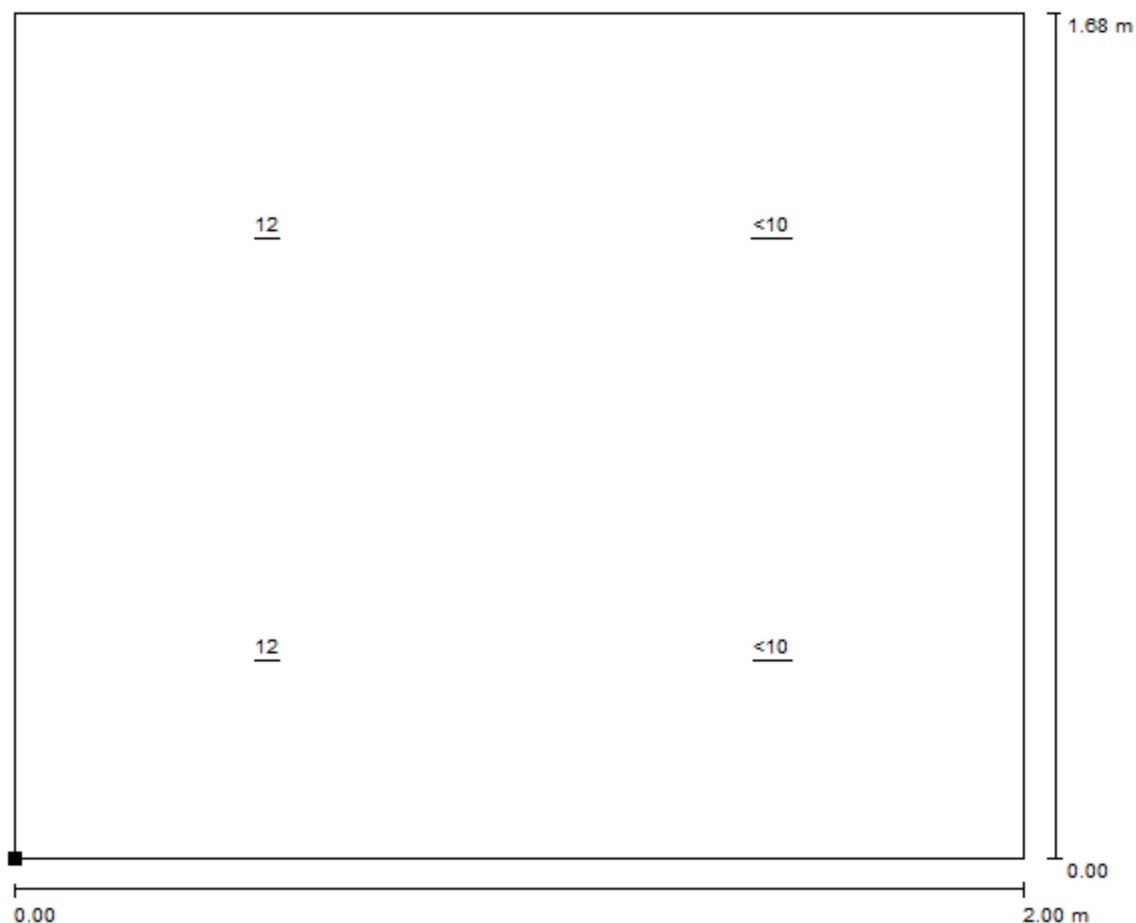
E_{\min} / E_{\max} : 0.456 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $57.31 \text{ W/m}^2 = 5.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.35 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo sala de espera / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 15

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.199 m, 5.300 m, 1.200 m)



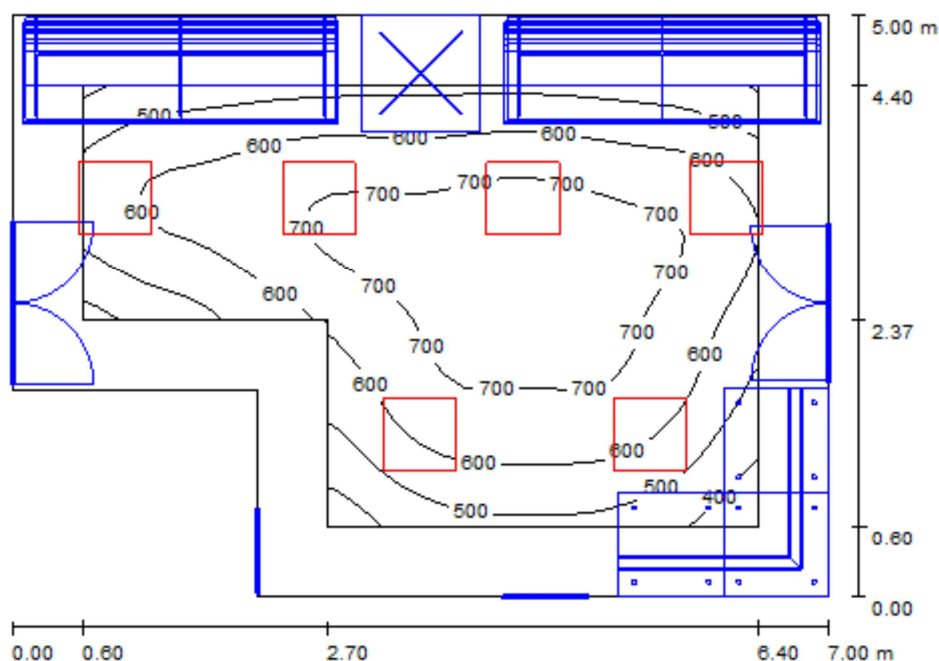
Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/

Max
12

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de espera / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	611	320	774	0.524
Suelo	20	355	8.62	629	0.024
Techo	70	91	66	107	0.730
Paredes (6)	50	147	19	418	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.600 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			21210	40788	576.0

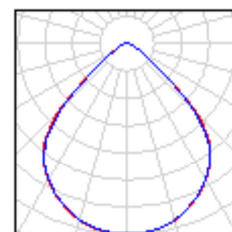
Valor de eficiencia energética: $18.42 \text{ W/m}^2 = 3.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.27 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de espera / Lista de luminarias

6 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de espera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21210 lm
Potencia total: 576.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.600 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	541	71	611	/	/
Suelo	292	62	355	20	23
Techo	0.01	91	91	70	20
Pared 1	71	80	151	50	24
Pared 2	73	77	150	50	24
Pared 3	69	72	141	50	22
Pared 4	78	74	152	50	24
Pared 5	65	70	135	50	21
Pared 6	89	77	167	50	27

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.524 (1:2)

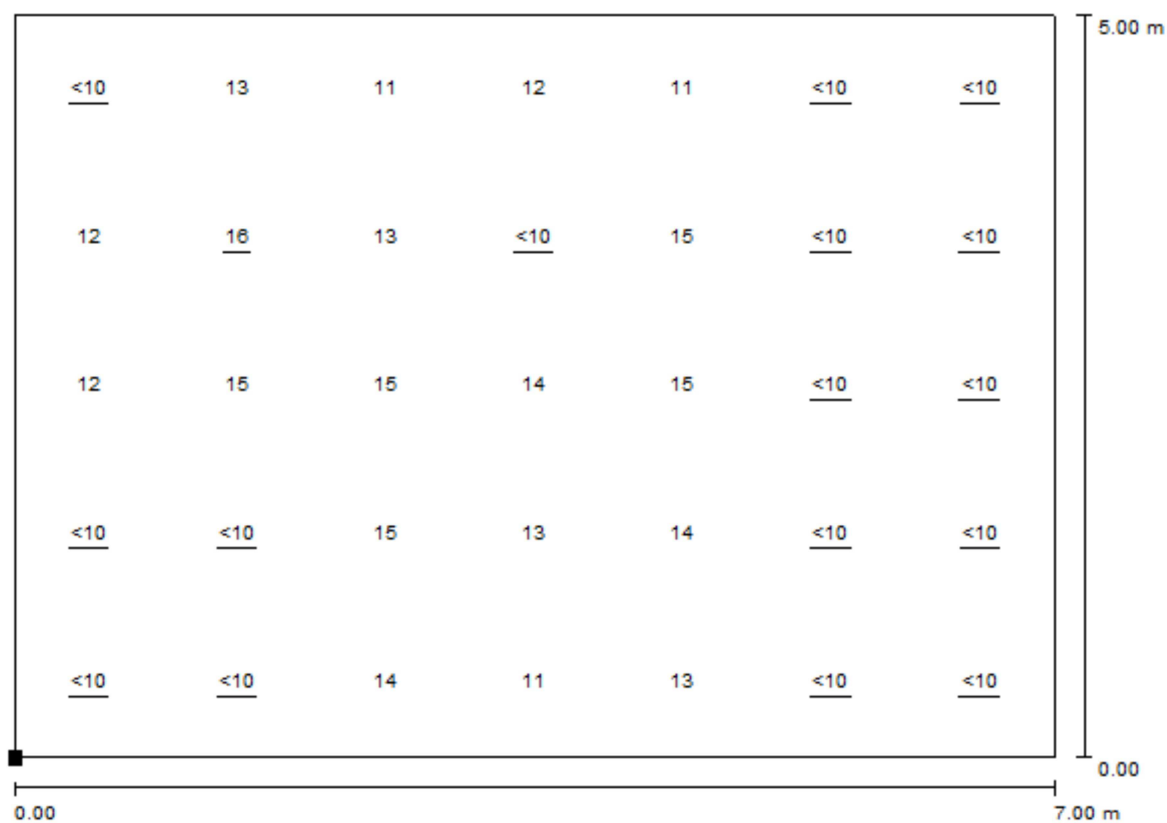
E_{\min} / E_{\max} : 0.414 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $18.42 \text{ W/m}^2 = 3.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.27 m^2)



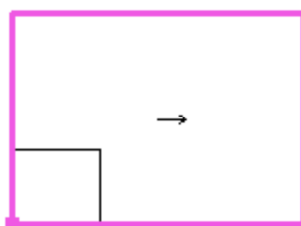
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de espera / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 5.300 m, 1.200 m)



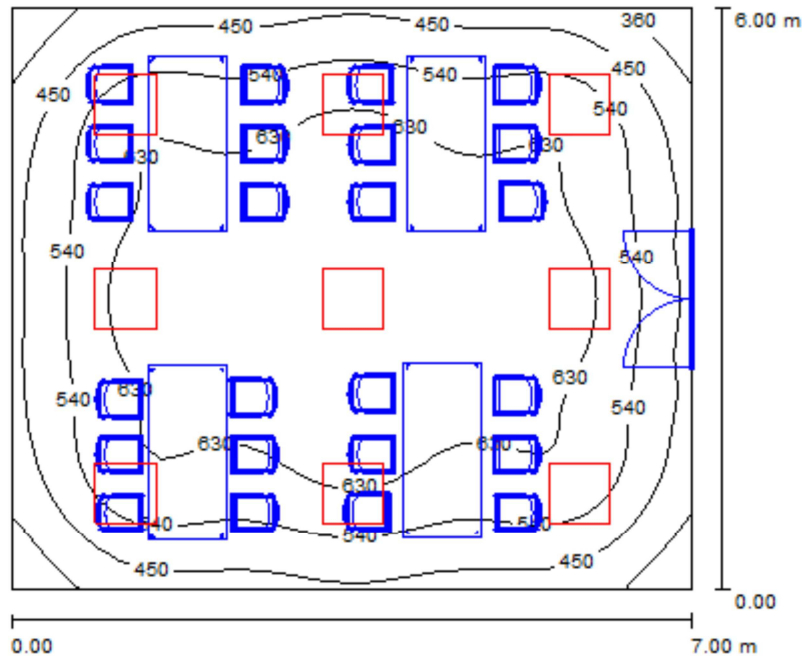
Trama: 7 x 5 Puntos

Min
/

Max
16

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	565	287	704	0.507
Suelo	20	357	76	639	0.213
Techo	70	119	87	138	0.728
Paredes (4)	50	212	95	391	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			31815	61182	864.0

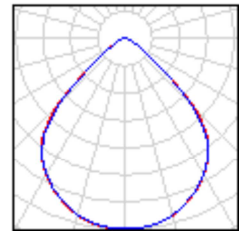
Valor de eficiencia energética: $20.57 \text{ W/m}^2 = 3.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Lista de luminarias

9 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31815 lm
Potencia total: 864.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	469	96	565	/	/
Suelo	275	81	357	20	23
Techo	0.01	119	119	70	27
Pared 1	121	96	217	50	35
Pared 2	108	95	203	50	32
Pared 3	121	96	217	50	35
Pared 4	113	98	212	50	34

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.507 (1:2)

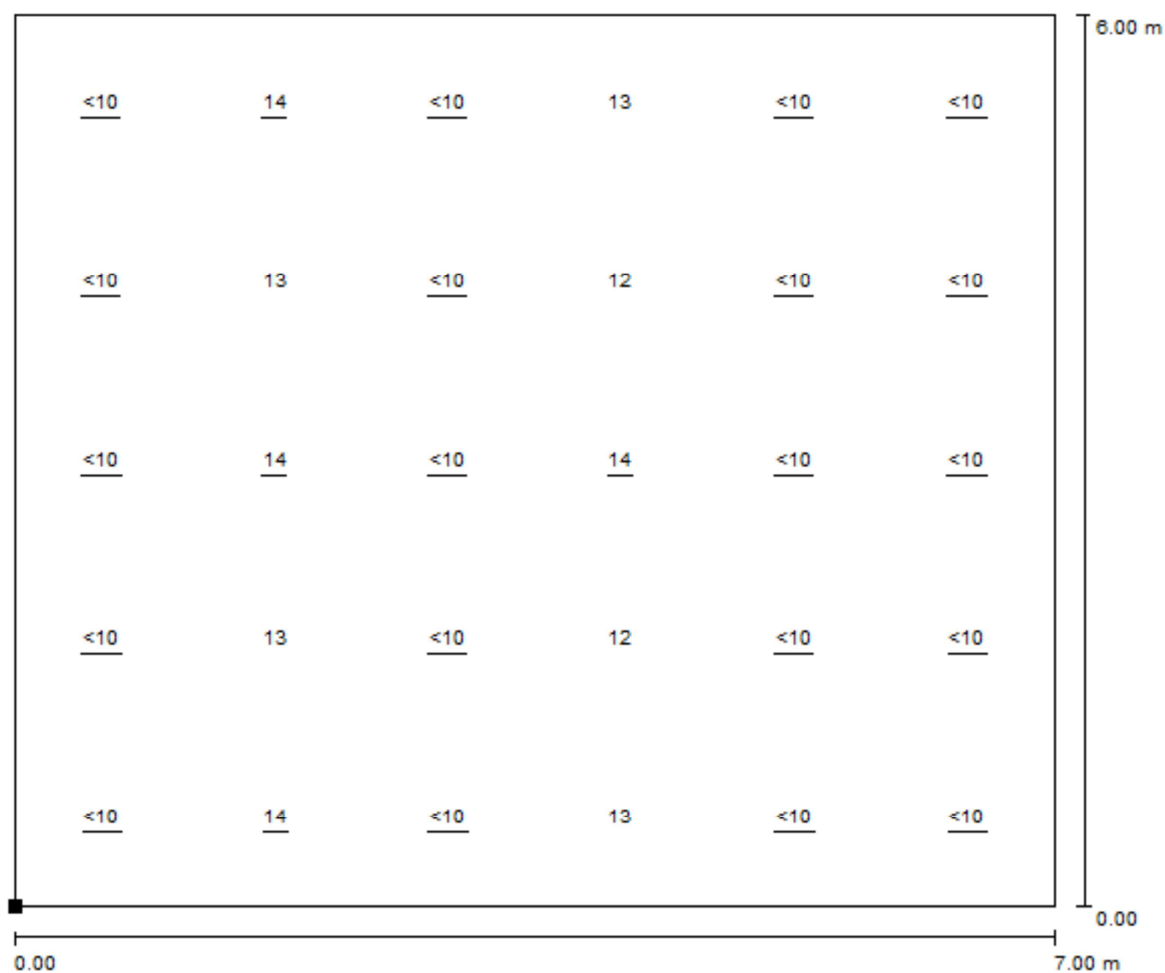
E_{\min} / E_{\max} : 0.407 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $20.57 \text{ W/m}^2 = 3.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)

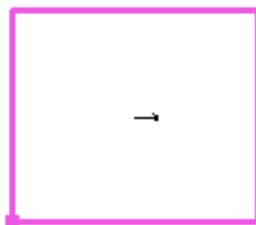


Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.200 m, 10.400 m, 1.200 m)



Trama: 6 x 5 Puntos

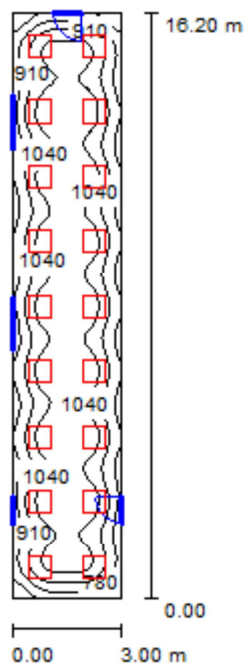
Min
/

Max
14



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Almacén / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:209

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	965	524	1159	0.543
Suelo	20	742	460	863	0.620
Techo	70	167	136	193	0.810
Paredes (4)	50	364	159	630	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	1.400 m	Pared izq	14	14	
Trama:	32 x 128 Puntos	Pared inferior	14	13	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			63629	122364	1728.0

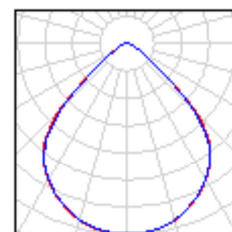
Valor de eficiencia energética: $35.56 \text{ W/m}^2 = 3.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 48.60 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Almacén / Lista de luminarias

18 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 63629 lm
Potencia total: 1728.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	818	147	965	/	/
Suelo	579	163	742	20	47
Techo	0.02	167	167	70	37
Pared 1	178	151	330	50	52
Pared 2	216	160	376	50	60
Pared 3	166	148	313	50	50
Pared 4	212	155	368	50	59

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.543 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.452 (1:2)

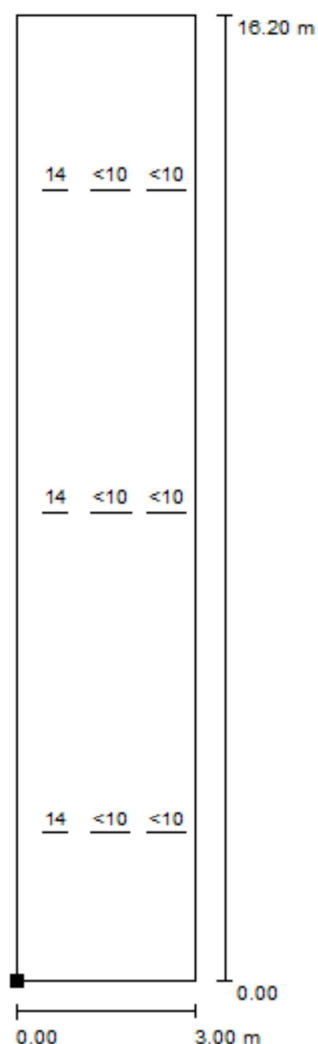
UGR Longi- Tran al eje de luminaria
 Pared izq 14 14
 Pared inferior 14 13
 (CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $35.56 \text{ W/m}^2 = 3.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 48.60 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Almacén / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 127

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(7.300 m, 0.200 m, 1.200 m)



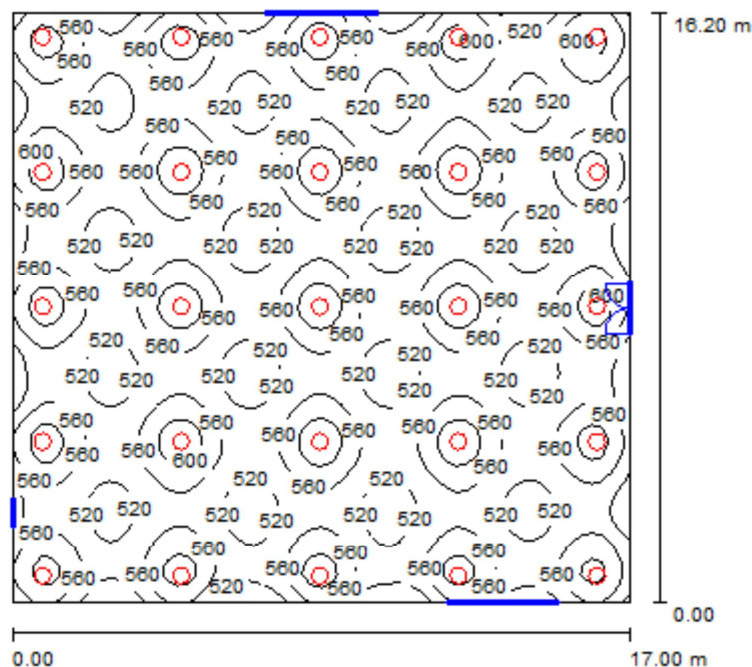
Trama: 3 x 16 Puntos

Min
/

Max
14

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 4.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:208

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	551	481	638	0.874
Suelo	20	531	406	575	0.764
Techo	70	109	92	125	0.846
Paredes (4)	50	239	86	1580	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	19	19	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	19	19	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	25	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB (1.000)	8280	12000	165.0
Total:			207000	300000	4125.0

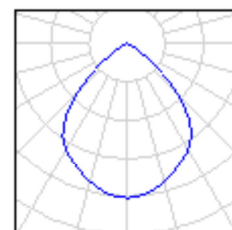
Valor de eficiencia energética: $14.98 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 275.40 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Lista de luminarias

25 Pieza Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 8280 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
Potencia de las luminarias: 165.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 00 -2147483648
Lámpara: 1 x QL165W/840 (Factor de corrección
1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 207000 lm
Potencia total: 4125.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	457	93	551	/	/
Suelo	435	96	531	20	34
Techo	0.00	109	109	70	24
Pared 1	138	99	238	50	38
Pared 2	127	105	233	50	37
Pared 3	147	100	247	50	39
Pared 4	136	104	240	50	38

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.874 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.754 (1:1)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

19

19

Tran

19

19

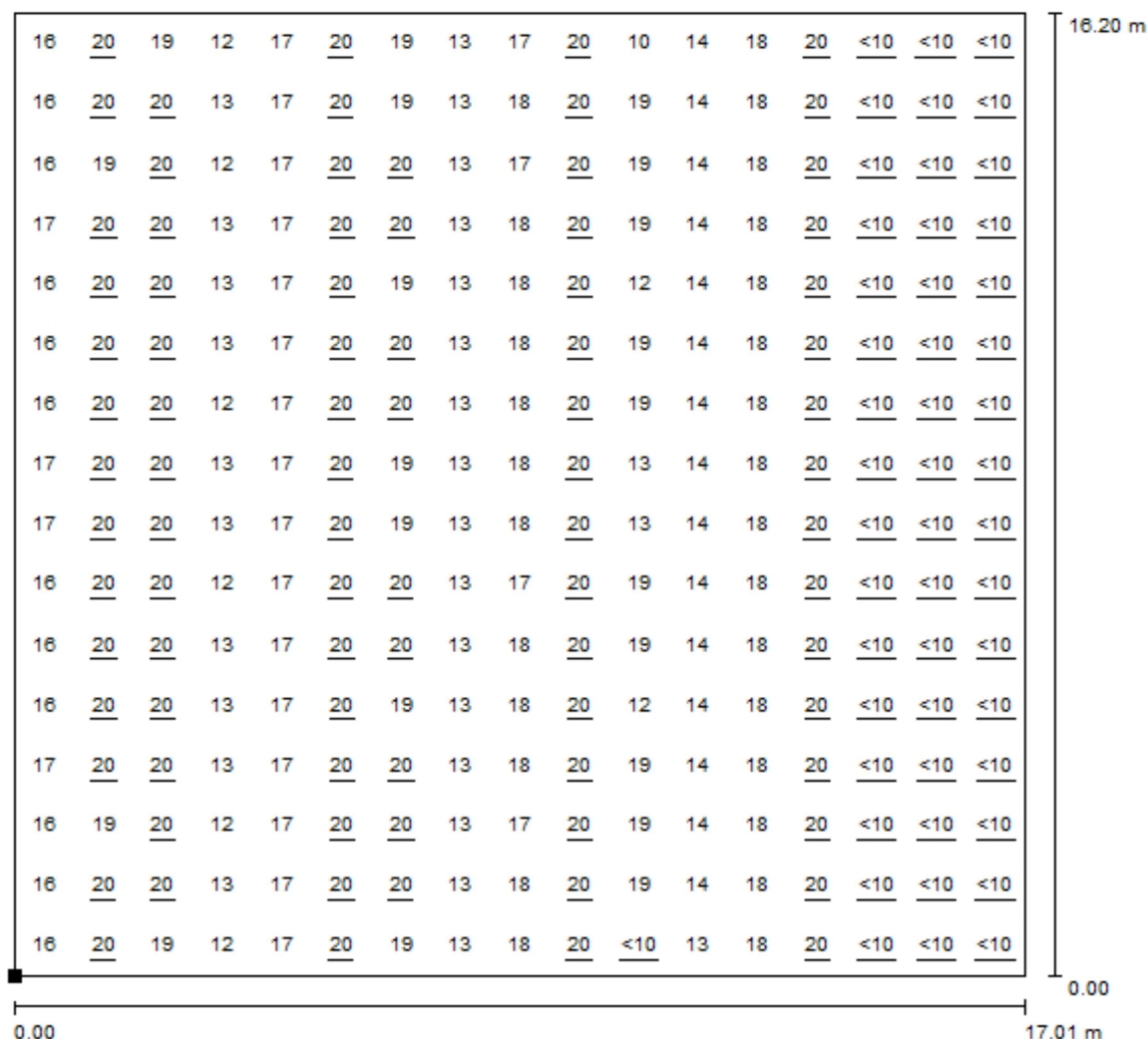
al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $14.98 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 275.40 m^2)



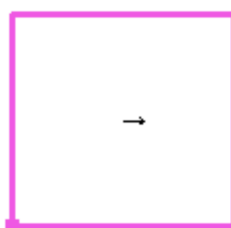
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Superficie de cálculo UGR / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 127

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(10.399 m, 0.200 m, 0.700 m)



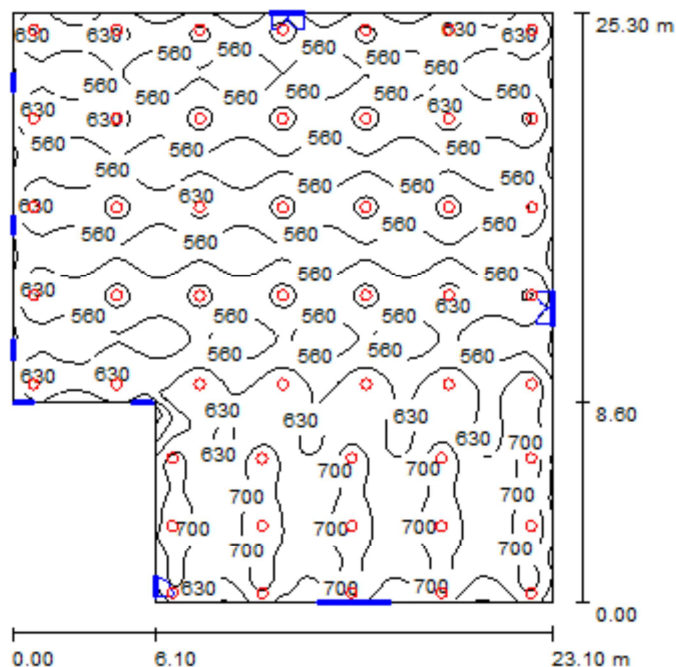
Trama: 17 x 16 Puntos

Min
/

Max
20

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de producción / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 4.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:325

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	602	449	778	0.746
Suelo	20	586	424	706	0.723
Techo	70	118	99	148	0.838
Paredes (6)	50	258	85	3272	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	50	Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB (1.000)	8280	12000	165.0
Total:			414000	600000	8250.0

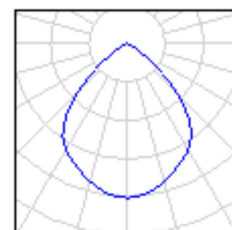
Valor de eficiencia energética: $15.51 \text{ W/m}^2 = 2.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 531.97 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de producción / Lista de luminarias

50 Pieza Philips KPK380 1xQL165W HF R GC P-MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 8280 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
Potencia de las luminarias: 165.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 00 -2147483648
Lámpara: 1 x QL165W/840 (Factor de corrección
1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de producción / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 414000 lm
Potencia total: 8250.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	505	96	602	/	/
Suelo	487	99	586	20	37
Techo	0.00	118	118	70	26
Pared 1	180	119	298	50	47
Pared 2	138	109	247	50	39
Pared 3	151	102	253	50	40
Pared 4	129	103	232	50	37
Pared 5	145	105	250	50	40
Pared 6	166	119	285	50	45

Simetrías en el plano útil

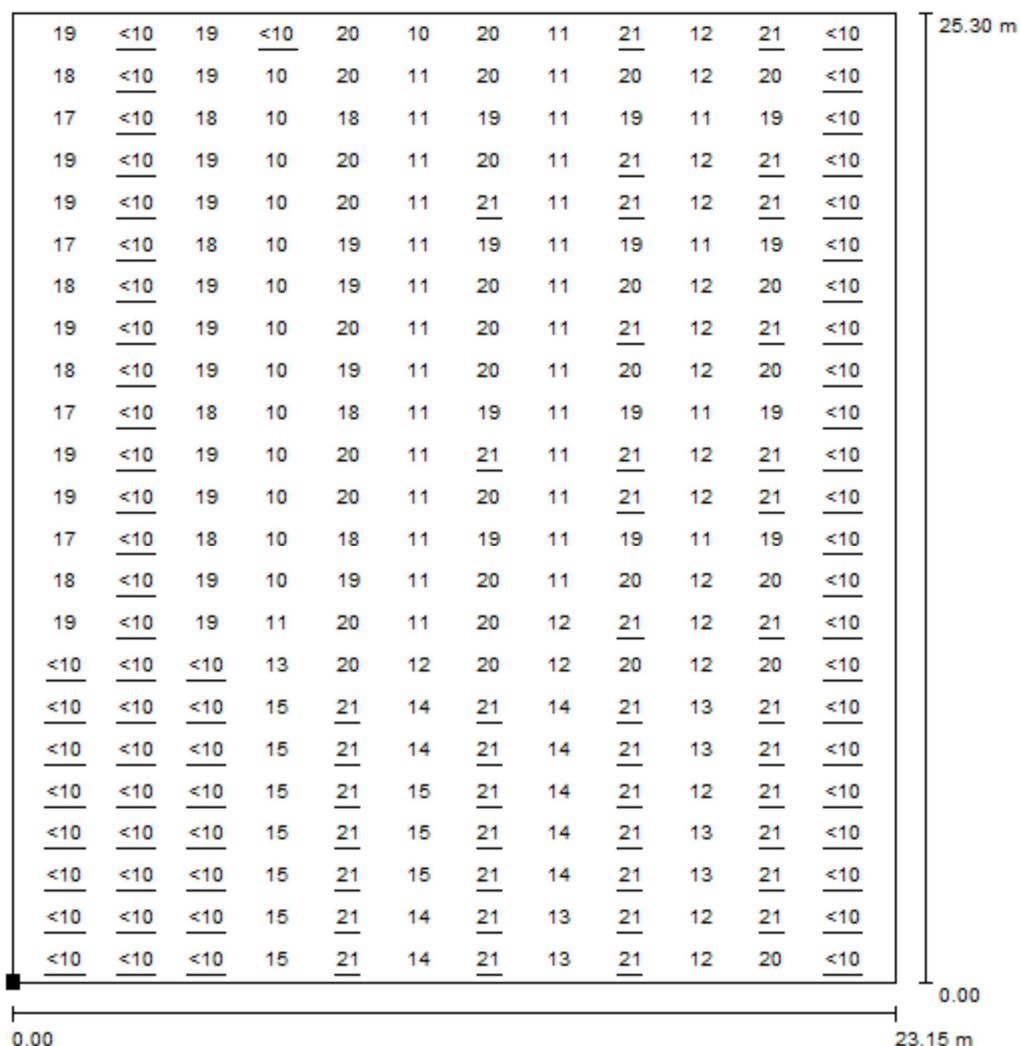
E_{\min} / E_{\max} : 0.746 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.577 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $15.51 \text{ W/m}^2 = 2.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 531.97 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de producción / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



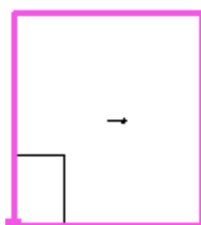
Escala 1 : 198

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(4.196 m, 16.499 m, 1.200 m)



Trama: 23 x 25 Puntos

Min
/

Max
21

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo vestuarios / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	574	367	649	0.640
Suelo	20	426	287	484	0.673
Techo	70	127	90	153	0.711
Paredes (4)	50	274	115	637	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 8 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			17675	33990	480.0

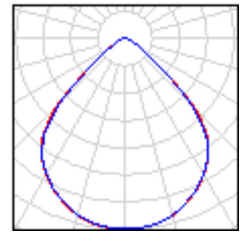
Valor de eficiencia energética: $33.95 \text{ W/m}^2 = 5.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.14 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo vestuarios / Lista de luminarias

5 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo vestuarios / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17675 lm
Potencia total: 480.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	436	137	574	/	/
Suelo	303	123	426	20	27
Techo	0.02	127	127	70	28
Pared 1	157	124	282	50	45
Pared 2	104	114	218	50	35
Pared 3	159	124	282	50	45
Pared 4	97	111	208	50	33

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.640 (1:2)

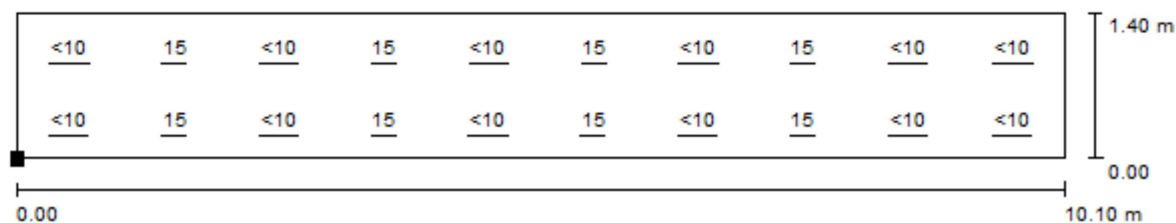
E_{\min} / E_{\max} : 0.565 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $33.95 \text{ W/m}^2 = 5.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.14 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo vestuarios / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 73

Situación de la superficie en el
local:

Punto marcado:
(0.200 m, 16.500 m, 1.200 m)



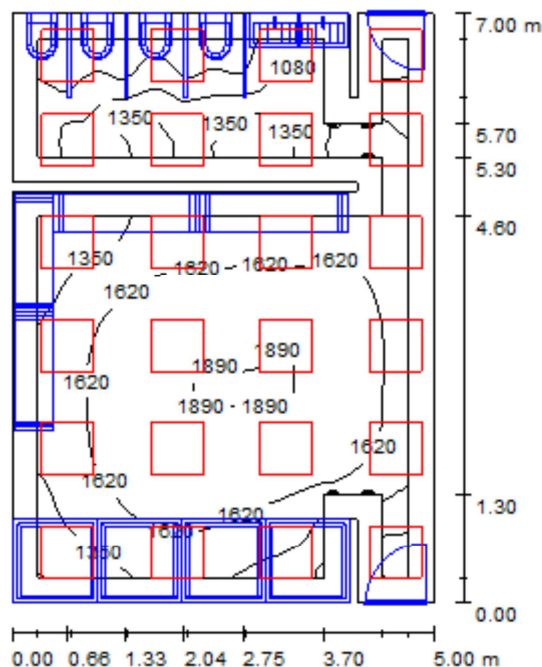
Trama: 10 x 2 Puntos

Min
/

Max
15

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1493	567	1905	0.380
Suelo	20	899	23	1687	0.026
Techo	70	313	240	493	0.766
Paredes (16)	50	585	56	1493	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			84839	163152	2304.0

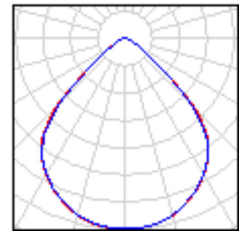
Valor de eficiencia energética: $67.00 \text{ W/m}^2 = 4.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.39 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / Lista de luminarias

24 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 84839 lm
Potencia total: 2304.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	1236	258	1493	/	/
vestuario + duchas	1307	275	1582	/	/
baños + lavabo	936	236	1172	/	/
Suelo	709	190	899	20	57
Techo	0.04	313	313	70	70
Pared 1	316	328	644	50	103
Pared 2	259	328	587	50	93
Pared 3	285	267	552	50	88
Pared 4	283	282	565	50	90
Pared 5	271	277	548	50	87
Pared 6	412	265	676	50	108
Pared 7	360	305	665	50	106
Pared 8	320	312	632	50	101
Pared 9	286	284	570	50	91
Pared 10	257	221	478	50	76
Pared 11	258	181	439	50	70
Pared 12	295	189	484	50	77
Pared 13	380	195	575	50	92
Pared 14	255	307	562	50	89
Pared 15	316	250	566	50	90
Pared 16	318	279	597	50	95

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.380 (1:3)

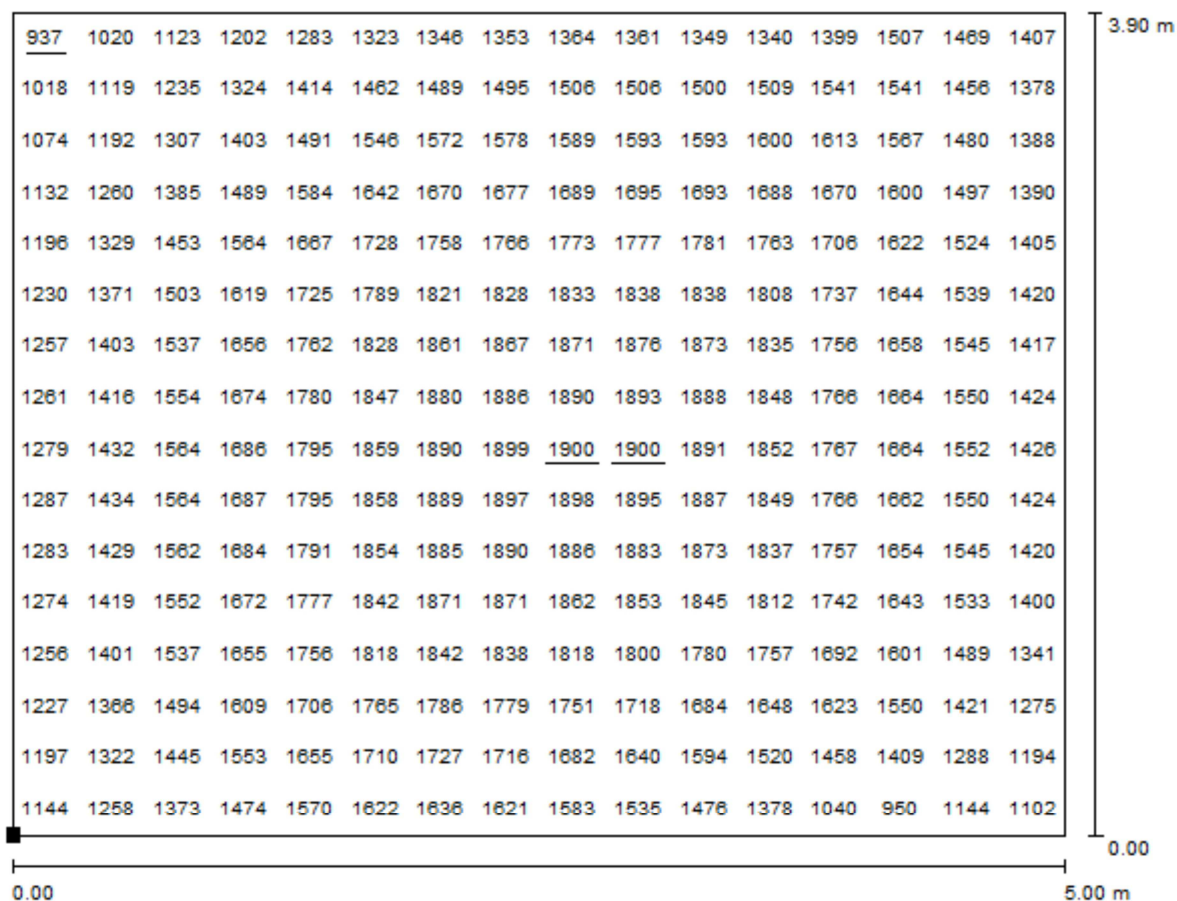
E_{\min} / E_{\max} : 0.298 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $67.00 \text{ W/m}^2 = 4.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.39 m^2)



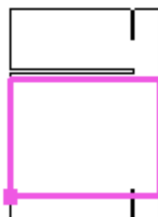
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / vestuario + duchas / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 18.800 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]
1582

E_{min} [lx]
937

E_{max} [lx]
1900

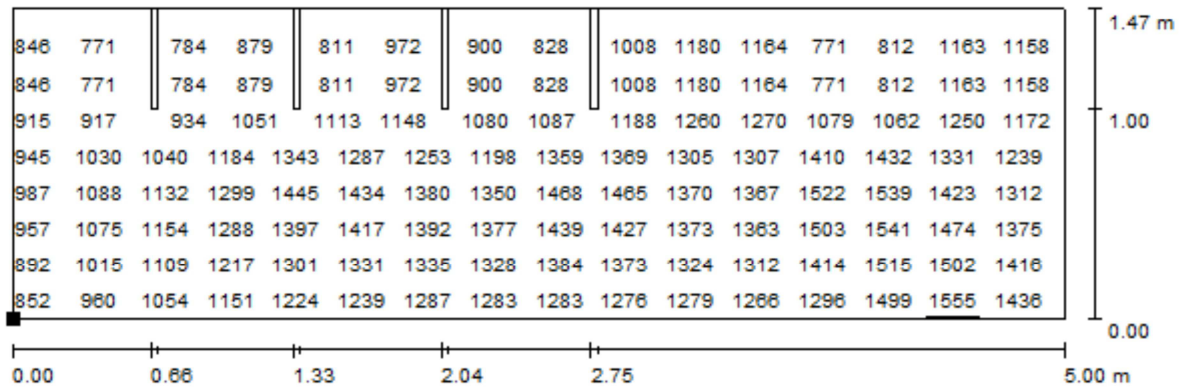
E_{min} / E_m
0.592

E_{min} / E_{max}
0.493



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / baños + lavabo / Gráfico de valores (E, perpendicular)



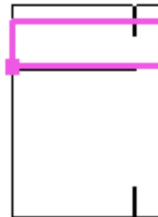
Valores en Lux, Escala 1 : 36

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.200 m, 23.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
1172

E_{min} [lx]
679

E_{max} [lx]
1555

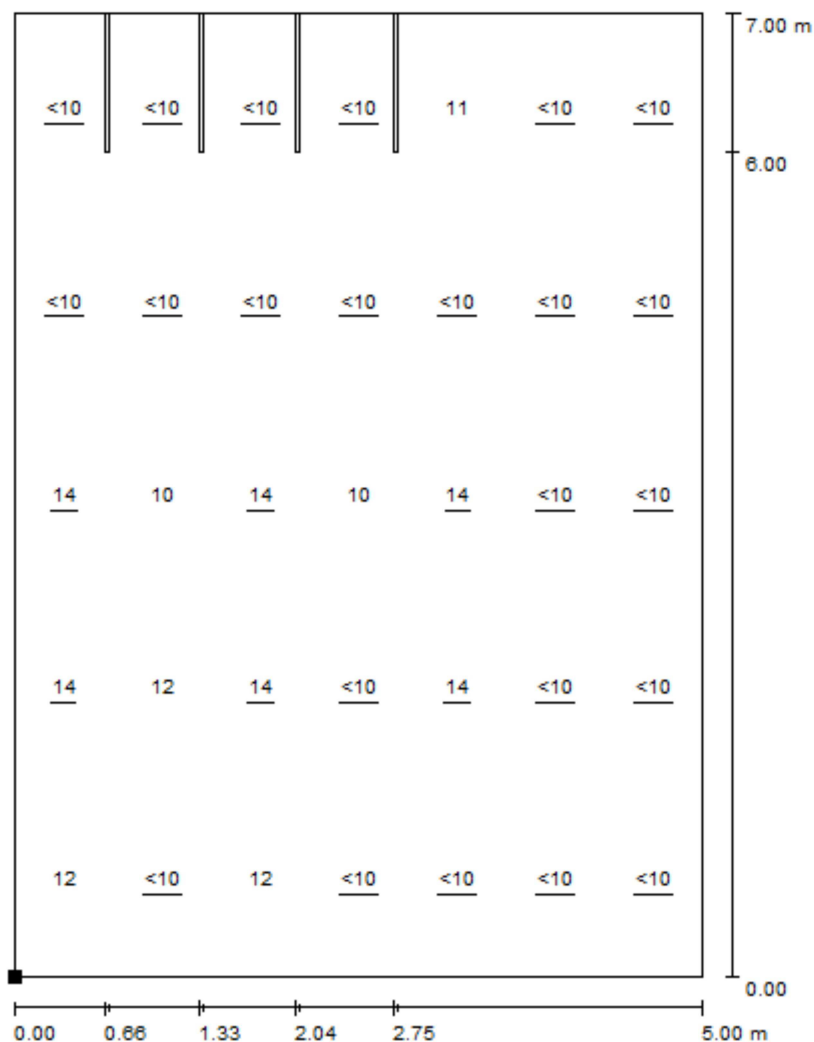
E_{min} / E_m
0.579

E_{min} / E_{max}
0.437



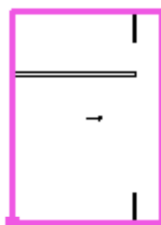
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario masculino / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 55

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 18.000 m, 1.200 m)



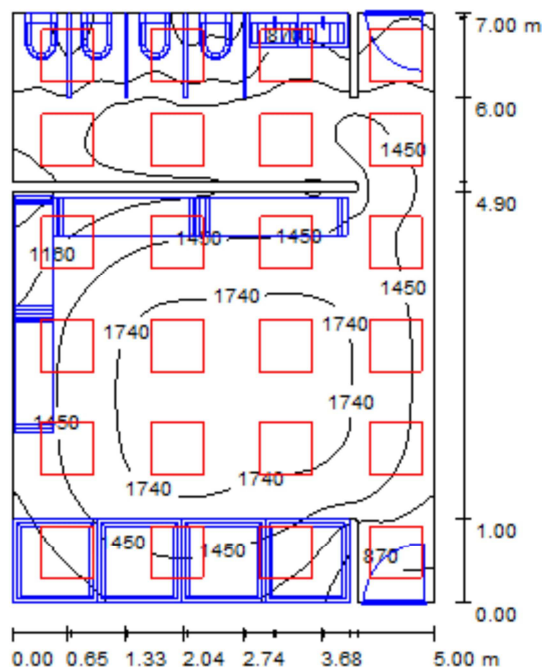
Trama: 5 x 7 Puntos

Min
/

Max
14

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1362	452	1899	0.332
Suelo	20	891	40	1686	0.045
Techo	70	315	239	494	0.759
Paredes (16)	50	584	43	1494	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			84839	163152	2304.0

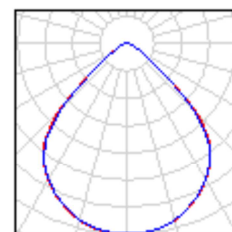
Valor de eficiencia energética: $67.00 \text{ W/m}^2 = 4.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.39 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Lista de luminarias

24 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 84839 lm
Potencia total: 2304.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	1105	257	1362	/	/
Baños + lavabos	1004	244	1248	/	/
Vestuario + duchas	1280	277	1556	/	/
Suelo	704	187	891	20	57
Techo	0.04	315	315	70	70
Pared 1	316	327	643	50	102
Pared 2	259	349	608	50	97
Pared 3	285	267	552	50	88
Pared 4	283	281	564	50	90
Pared 5	273	270	543	50	86
Pared 6	412	265	676	50	108
Pared 7	360	304	664	50	106
Pared 8	320	312	632	50	101
Pared 9	286	286	573	50	91
Pared 10	257	217	474	50	76
Pared 11	257	167	424	50	67
Pared 12	295	186	481	50	77
Pared 13	380	193	574	50	91
Pared 14	255	306	561	50	89
Pared 15	323	252	575	50	92
Pared 16	318	283	601	50	96

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.332 (1:3)

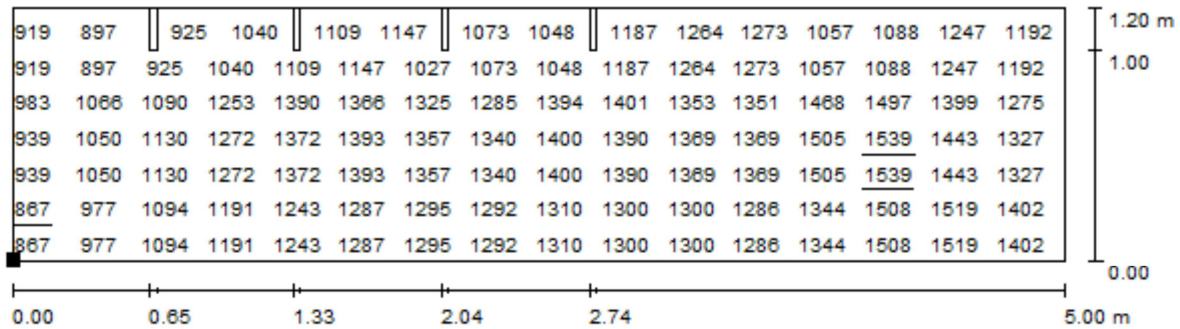
E_{\min} / E_{\max} : 0.238 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $67.00 \text{ W/m}^2 = 4.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.39 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Baños + lavabos / Gráfico de valores (E, perpendicular)



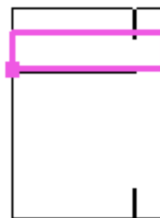
Valores en Lux, Escala 1 : 36

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(5.300 m, 23.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]
1248

E_{min} [lx]
867

E_{max} [lx]
1539

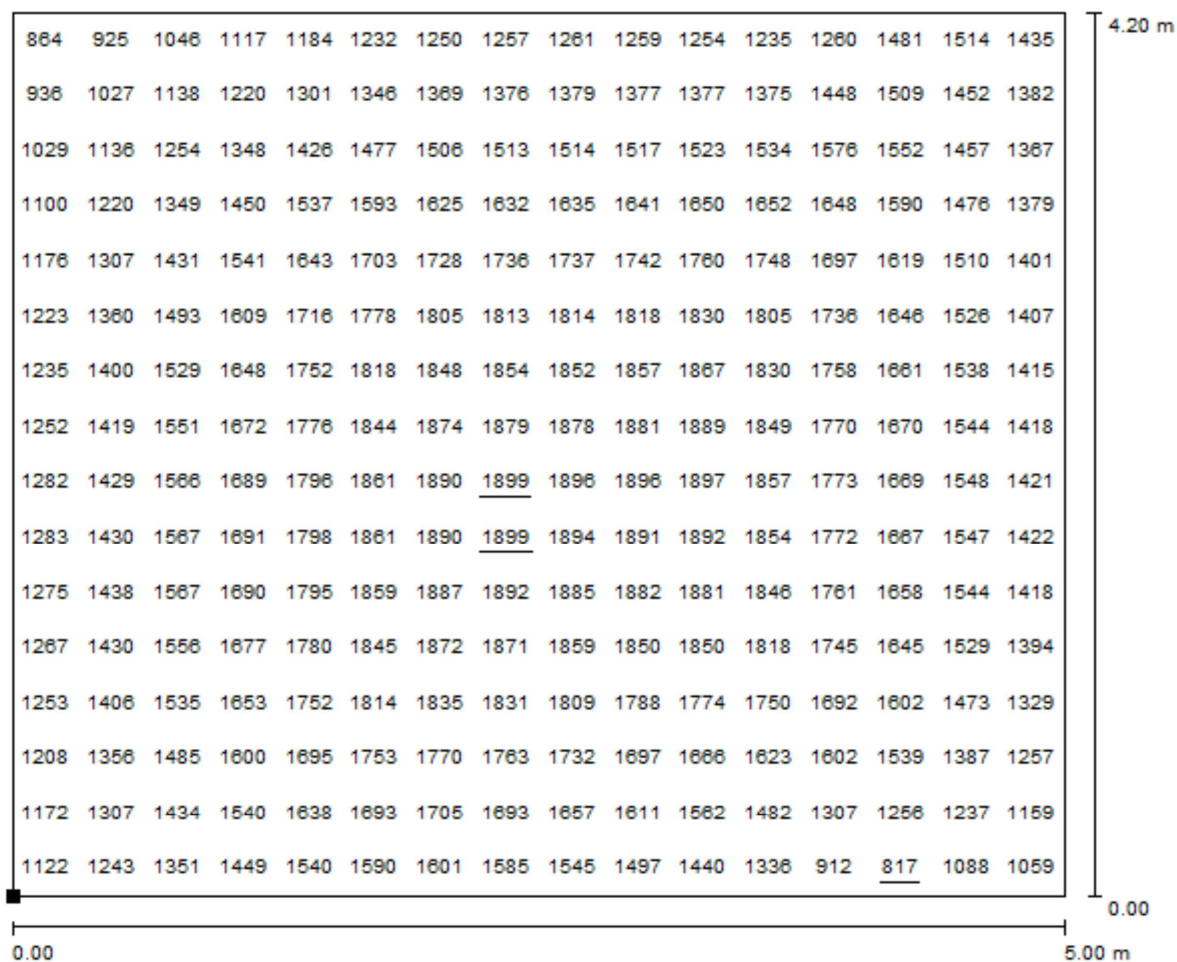
E_{min} / E_m
0.695

E_{min} / E_{max}
0.564



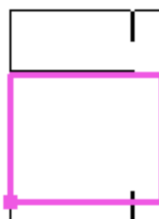
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Vestuario + duchas / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(5.300 m, 18.700 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]
1556

E_{min} [lx]
817

E_{max} [lx]
1899

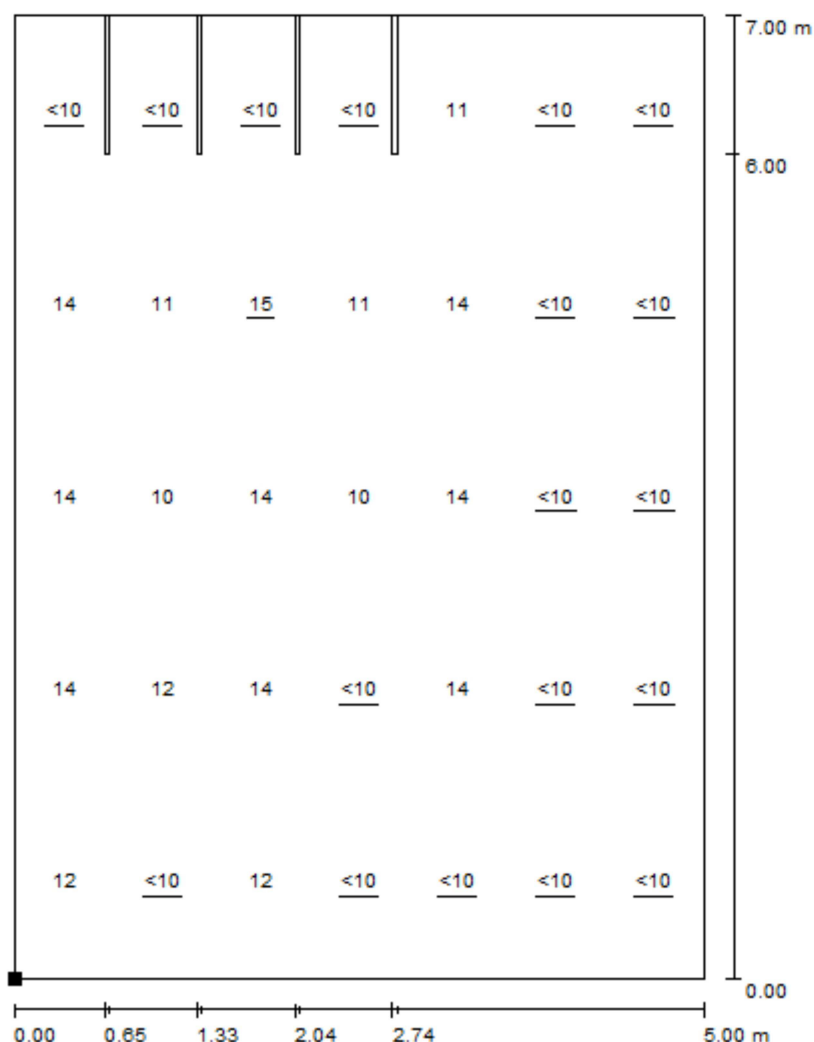
E_{min} / E_m
0.525

E_{min} / E_{max}
0.430



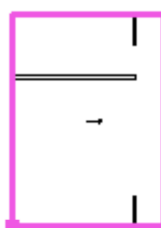
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario femenino / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 55

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(5.300 m, 18.000 m, 1.200 m)



Trama: 5 x 7 Puntos

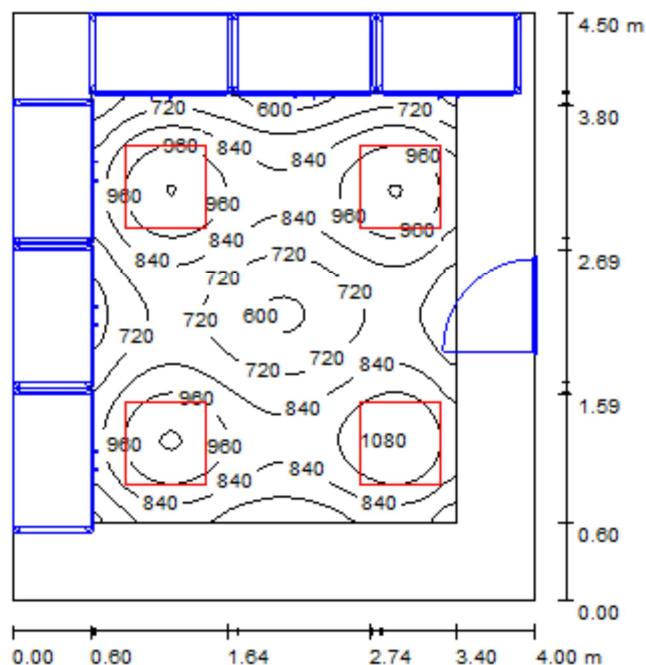
Min
/

Max
15



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén productos químicos / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	826	495	1095	0.600
Suelo	20	344	12	577	0.035
Techo	70	90	61	117	0.681
Paredes (4)	50	115	4.48	328	/

Plano útil:

Altura: 1.600 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.600 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			14140	27192	384.0

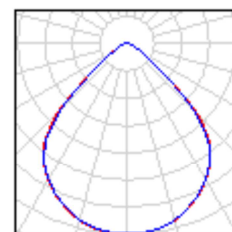
Valor de eficiencia energética: $21.33 \text{ W/m}^2 = 2.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén productos químicos / Lista de luminarias

4 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén productos químicos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14140 lm
Potencia total: 384.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.600 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	765	61	826	/	/
Suelo	282	62	344	20	22
Techo	0.01	90	90	70	20
Pared 1	104	70	174	50	28
Pared 2	108	66	175	50	28
Pared 3	9.58	41	51	50	8.06
Pared 4	14	48	61	50	9.78

Simetrías en el plano útil

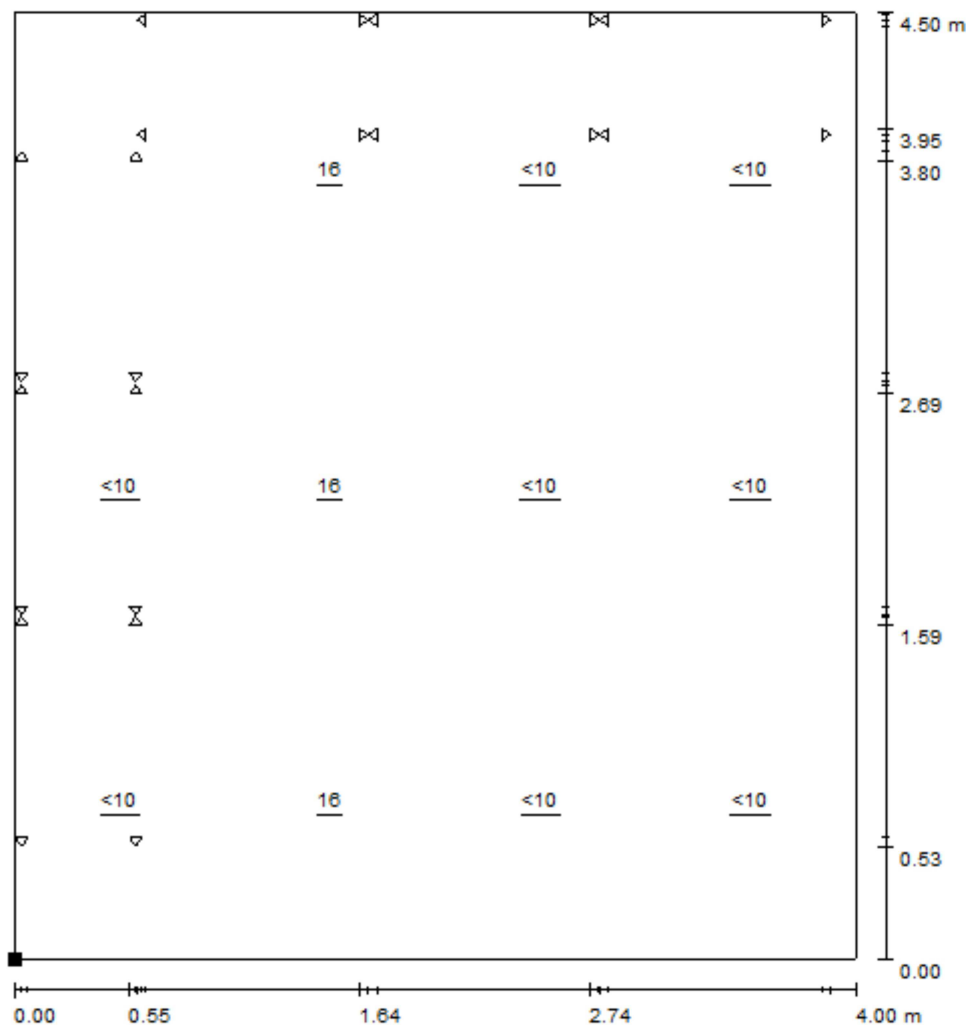
E_{\min} / E_{\max} : 0.600 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.452 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $21.33 \text{ W/m}^2 = 2.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén productos químicos / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



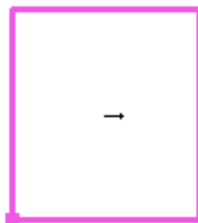
Escala 1 : 36

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.201 m, 25.100 m, 1.200 m)



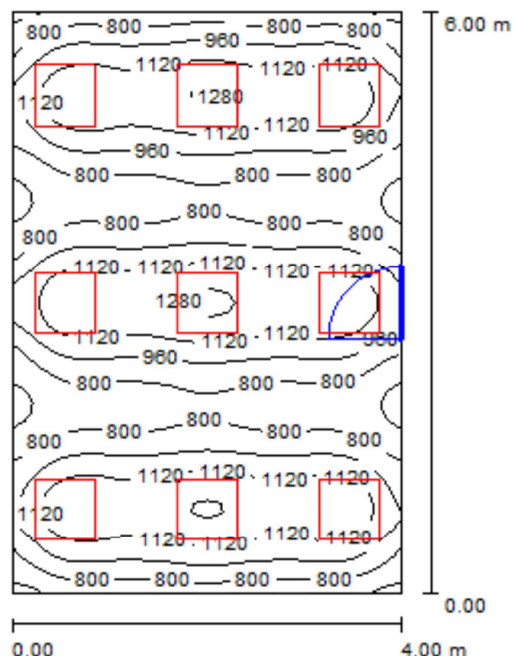
Trama: 3 x 4 Puntos

Min
/

Max
16

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala compresores / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	972	560	1316	0.577
Suelo	20	714	469	894	0.657
Techo	70	169	143	218	0.843
Paredes (4)	50	372	175	962	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	1.600 m	Pared izq	13	13	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	14	13	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			31815	61182	864.0

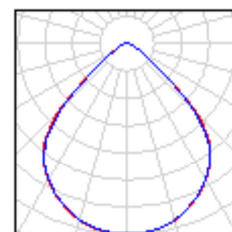
Valor de eficiencia energética: $36.00 \text{ W/m}^2 = 3.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala compresores / Lista de luminarias

9 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala compresores / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31815 lm
Potencia total: 864.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	824	148	972	/	/
Suelo	554	160	714	20	45
Techo	0.02	169	169	70	38
Pared 1	200	157	357	50	57
Pared 2	226	154	380	50	60
Pared 3	200	156	356	50	57
Pared 4	228	156	384	50	61

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.577 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.426 (1:2)

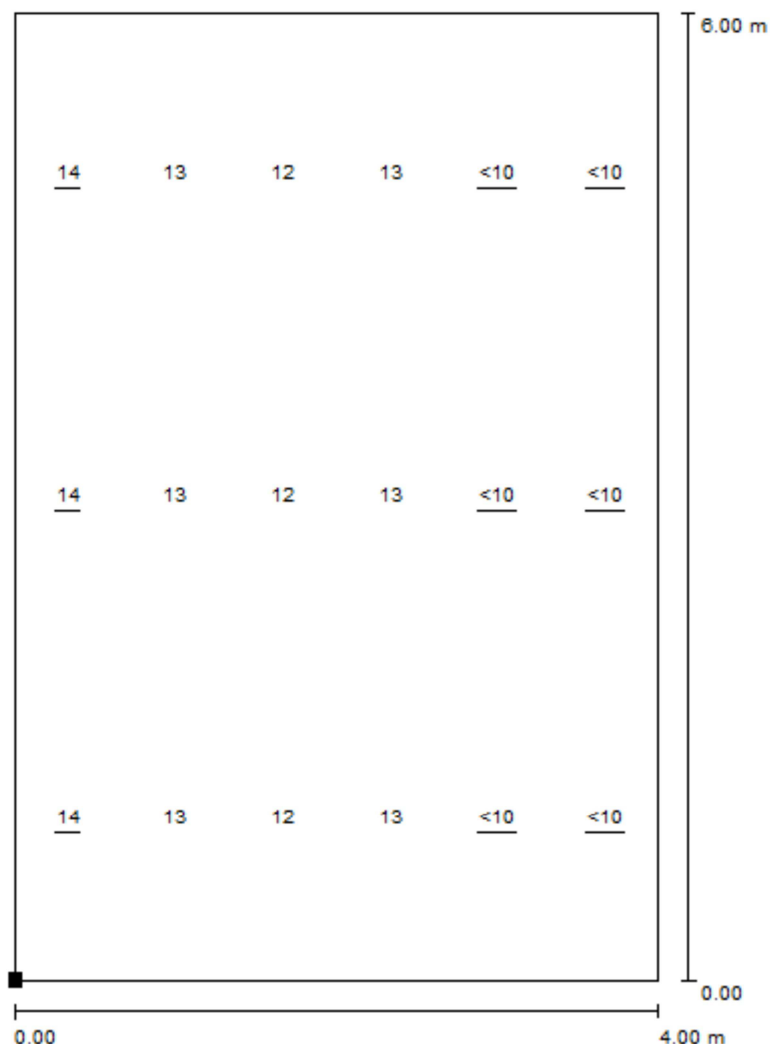
UGR Longi- Tran al eje de luminaria
 Pared izq 13 13
 Pared inferior 14 13
 (CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $36.00 \text{ W/m}^2 = 3.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)



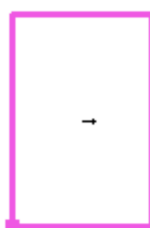
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala compresores / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 47

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 29.700 m, 1.200 m)



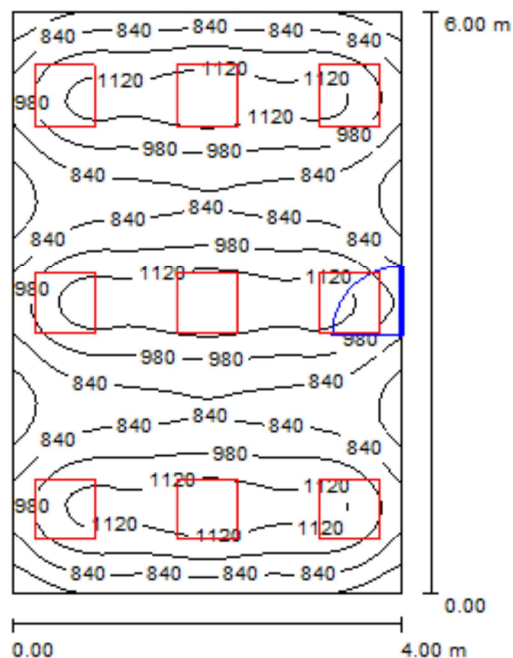
Trama: 3 x 6 Puntos

Min
/

Max
14

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	952	571	1225	0.600
Suelo	20	714	468	894	0.656
Techo	70	169	143	218	0.844
Paredes (4)	50	372	175	962	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 1.500 m	Pared izq	13	13	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	14	13	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	3535	6798	96.0
Total:			31815	61182	864.0

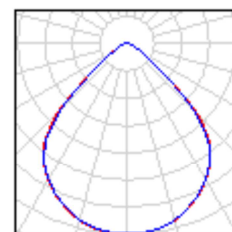
Valor de eficiencia energética: $36.00 \text{ W/m}^2 = 3.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Lista de luminarias

9 Pieza Philips TBS771 6xTL5-14W/865/827/865 HFD
AC-MLO
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3535 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6798 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 52
Lámpara: 6 x TL5-14W/865/827/865 (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31815 lm
Potencia total: 864.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	801	151	952	/	/
Suelo	554	160	714	20	45
Techo	0.02	169	169	70	38
Pared 1	200	157	357	50	57
Pared 2	226	154	380	50	60
Pared 3	200	157	357	50	57
Pared 4	228	157	384	50	61

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.600 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.466 (1:2)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

13

14

Tran

13

13

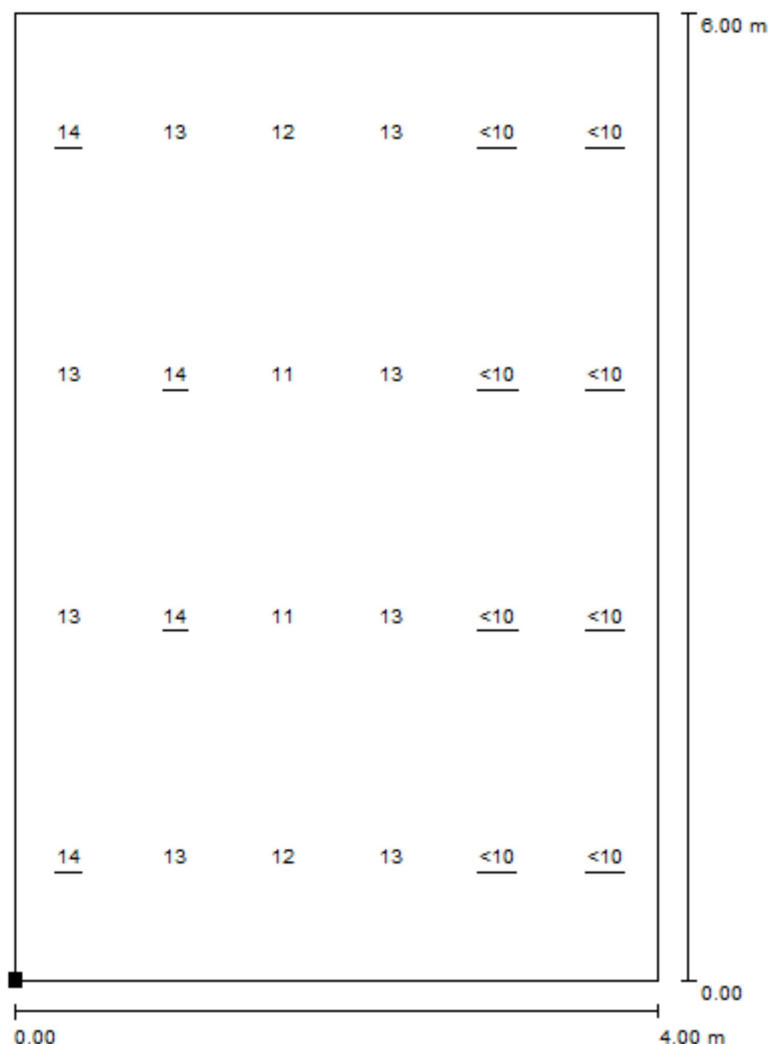
al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $36.00 \text{ W/m}^2 = 3.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)



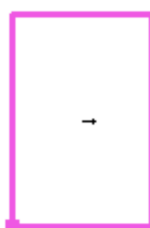
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 47

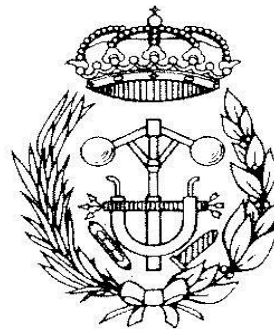
Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.200 m, 35.799 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 6 Puntos

Min
/

Max
14



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

PLANOS

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



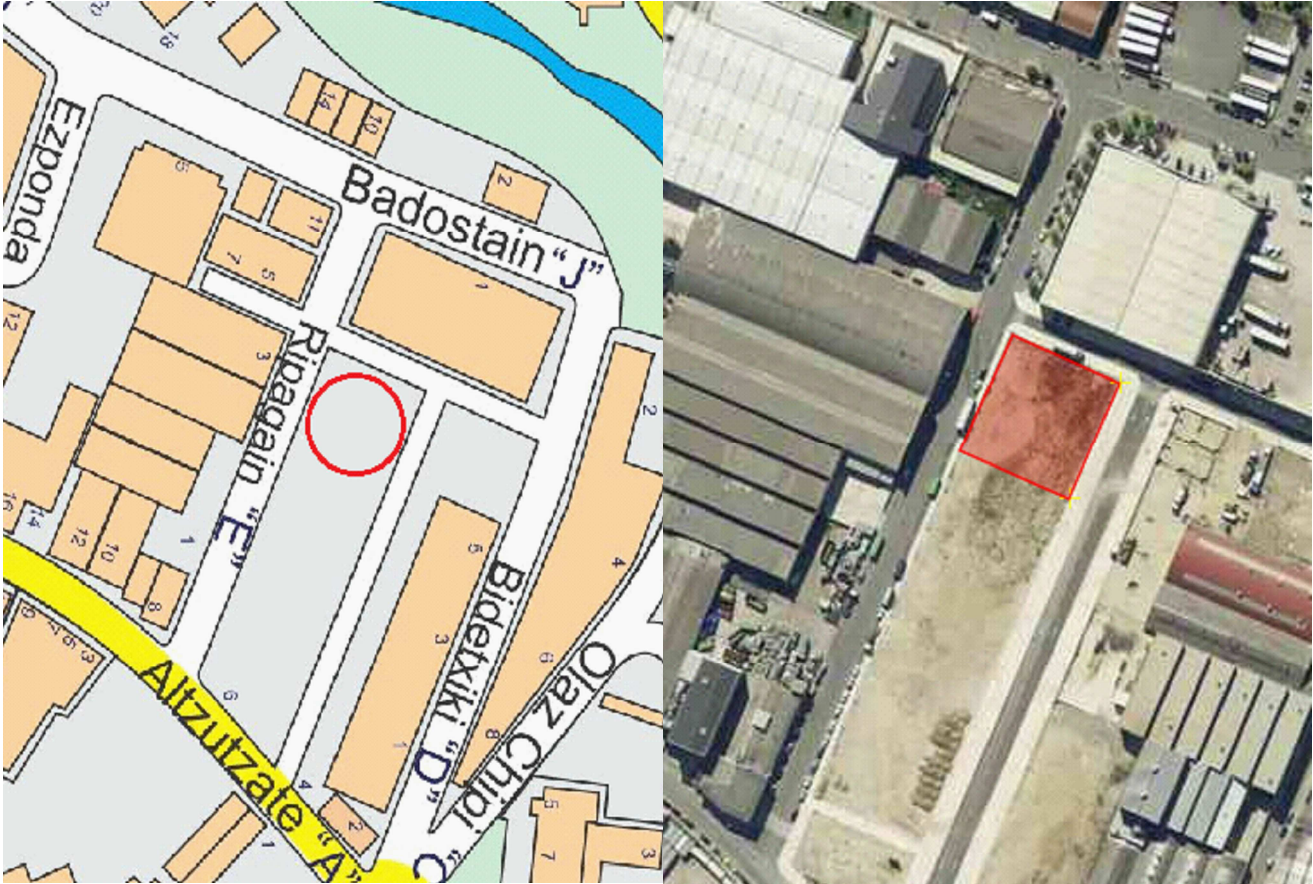
PLANOS

ÍNDICE


- Plano.1. SITUACIÓN**
- Plano.2. PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL**
- Plano 3. ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE**
- Plano.4 ESQUEMA DE FUERZA DEL ALUMBRADO**
- Plano.5 ESQUEMA DE MANDO DEL ALUMBRADO**
- Plano 6. ILUMINACIÓN EXTERIOR Y DE EMERGENCIA DE LA NAVE**
- Plano 7. DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE DE LA NAVE**
- Plano 8 PUESTA A TIERRA DE LA NAVE**
- Plano.9 DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- Plano.10 REJILLADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- Plano.11 ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- Plano.12 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- Plano.13 CUADRO DE BAJA (UNIFILAR)**
- Plano.14 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (UNIFILAR)**
- Plano.15 CUADRO SECUNDARIO I (UNIFILAR)**
- Plano.16 CUADRO SECUNDARIO II (UNIFILAR)**
- Plano.17 CUADRO SECUNDARIO III (UNIFILAR)**
- Plano.18 CUADRO SECUNDARIO IV (UNIFILAR)**

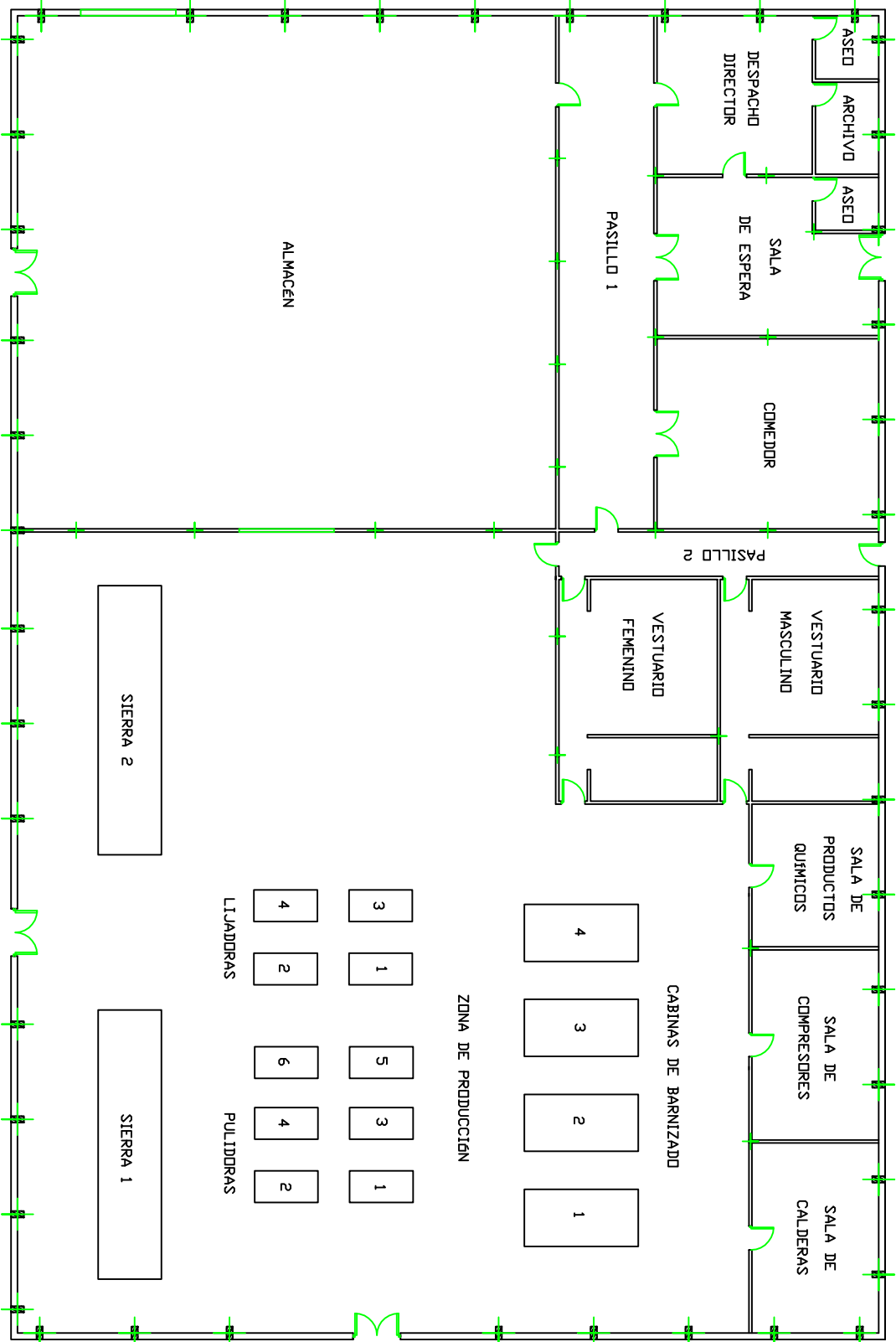



SITUACIÓN: Huarte (Navarra)

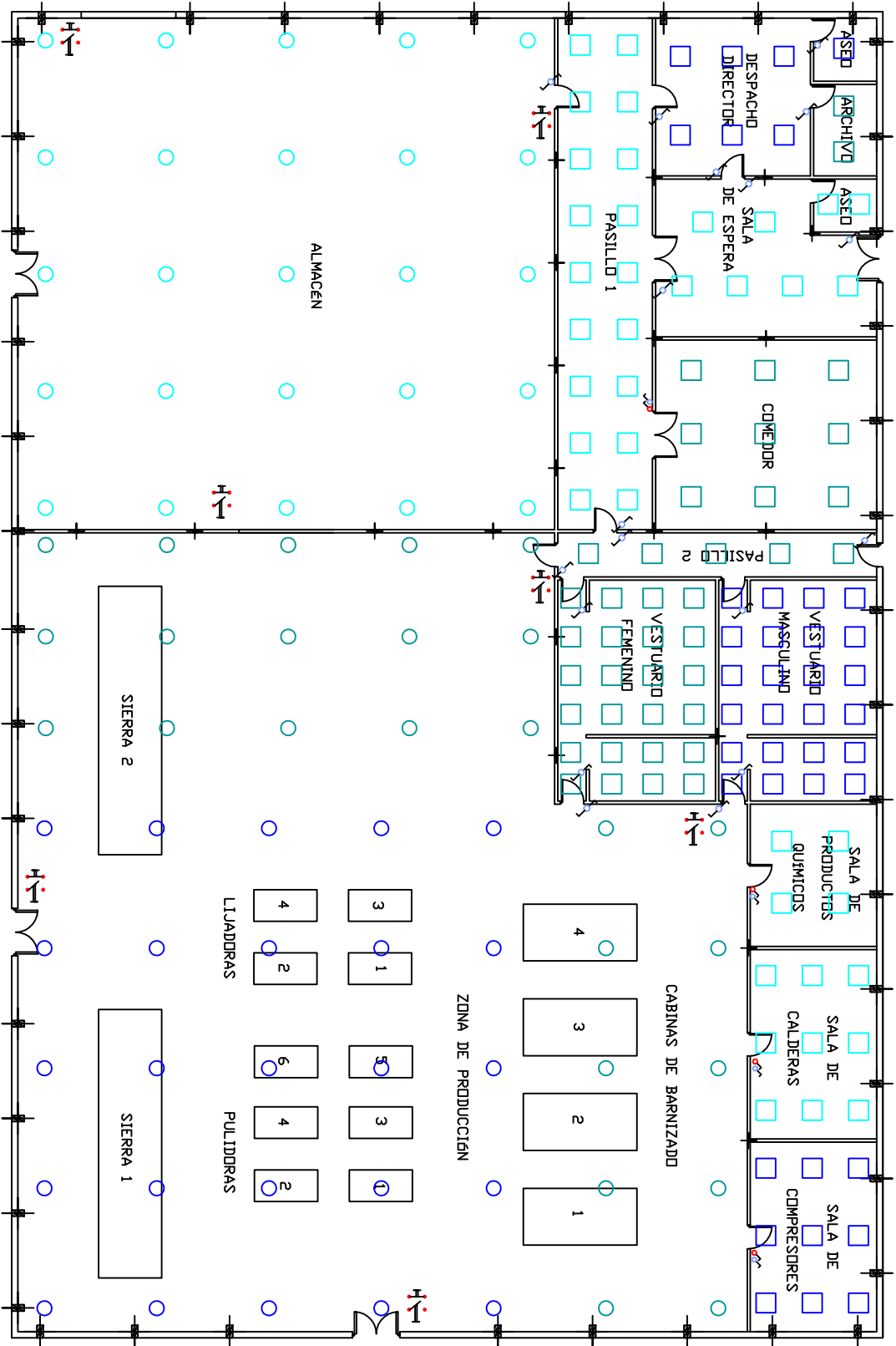


EMPLAZAMIENTO: Polígono Areta

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER</div>	
<div>PLANO: SITUACIÓN DE LA NAVE</div>		<div>FIRMA: FECHA: 11/2012 ESCALA: S/E Nº PLANOS: 1</div>	




<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		REALIZADO:		FIRMA:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		BALLESTA MOLINA, JON ANDER			
PLANO:		FECHA:		ESCALA:	
PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL		11/2012		1/200	
				Nº PLANO: 2	



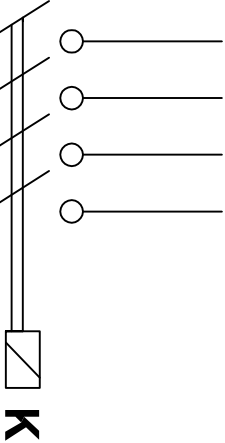
LEYENDA

- LUMINARIAS FASE R
- LUMINARIAS FASE S
- LUMINARIAS FASE T
- LUMINARIAS CUADRO III
- LUMINARIAS CUADRO IV
- INTERRUPTORES MONOPOLARES.
- CONMUTADOR PARALELO O DE VAIVÉN
- PULSADORES DE ARRANQUE Y PARADA

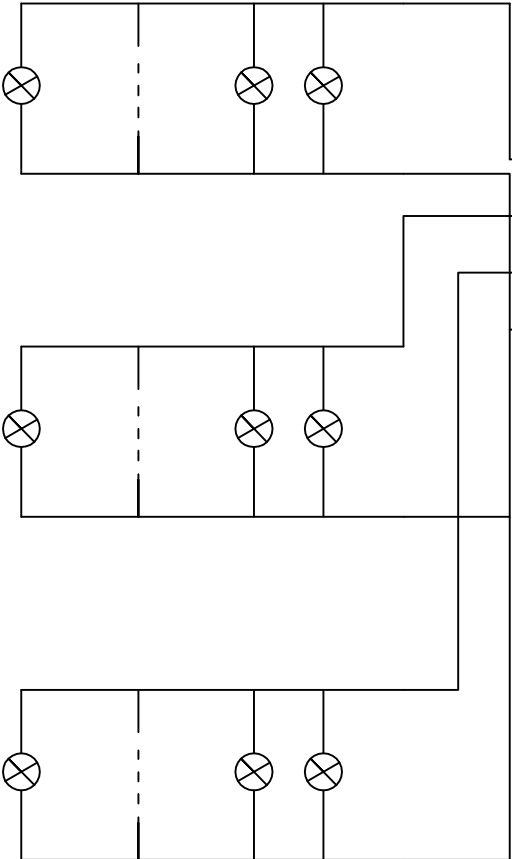
<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div><div>PROYECTO:</div><div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div></div>		<div><div>REALIZADO:</div><div>BALLESTA MOLINA, JON ANDER</div></div>		<div><div>FIRMA:</div></div>	
<div><div>PLANO:</div><div>ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE</div></div>		<div><div>FECHA:</div><div>11/2012</div></div>		<div><div>ESCALA:</div><div>1/200</div></div>	
		<div><div>Nº PLANO:</div><div>3</div></div>			


MONTAJE DEL ALUMBRADO EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN:

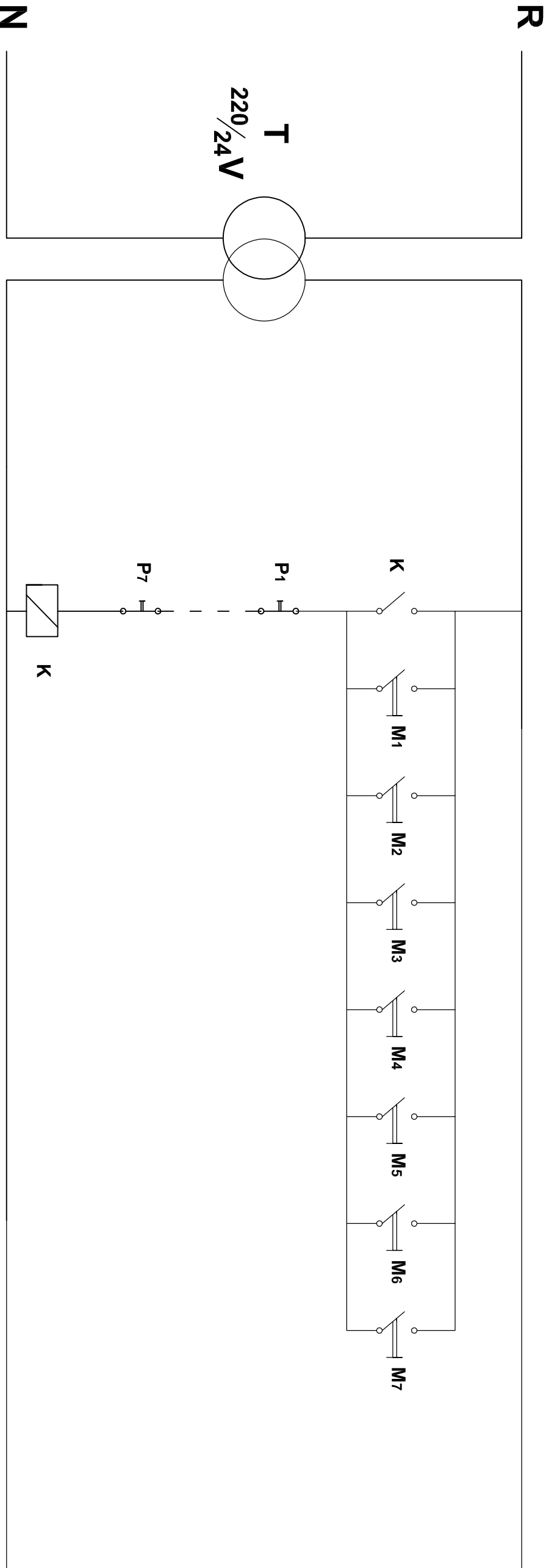
R S T N



NOTA: AL SER EL NÚMERO DE LUMINARIAS DIVISIBLE POR TRES SE HAN DISTRIBUIDO POR CADA FASE EL MISMO NÚMERO DE LUMINARIAS, QUEDANDO LAS TRES FASES EQUILIBRADAS.



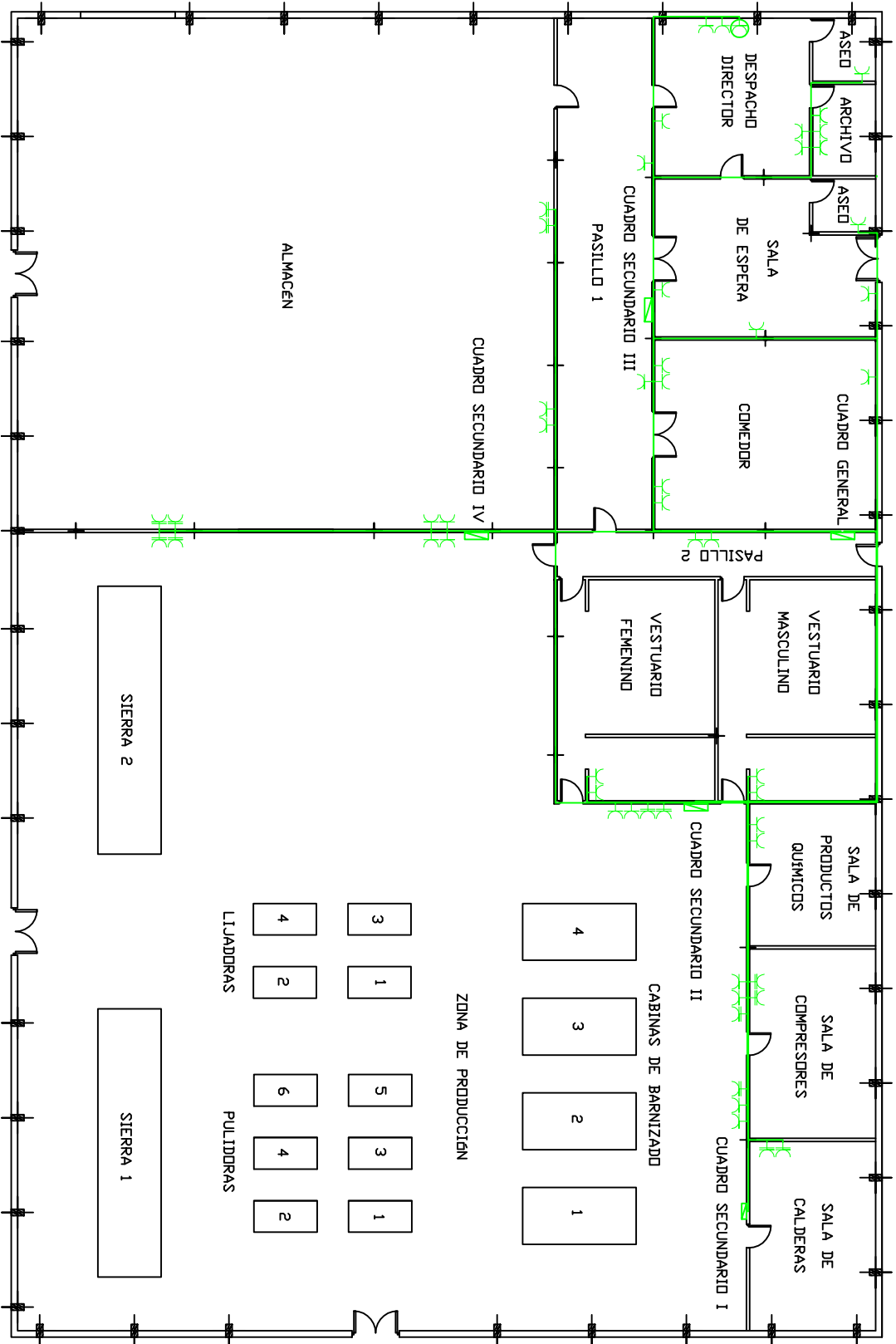
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANOS	
		11/2012	S/E	4	




NOTA:EL CONTACTOR SE REFIERE AL CIRCUITO DE ALUMBRADO DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN, QUE SERÁ GOBERNADO DESDE EL CUADRO SECUNDARIO IV.

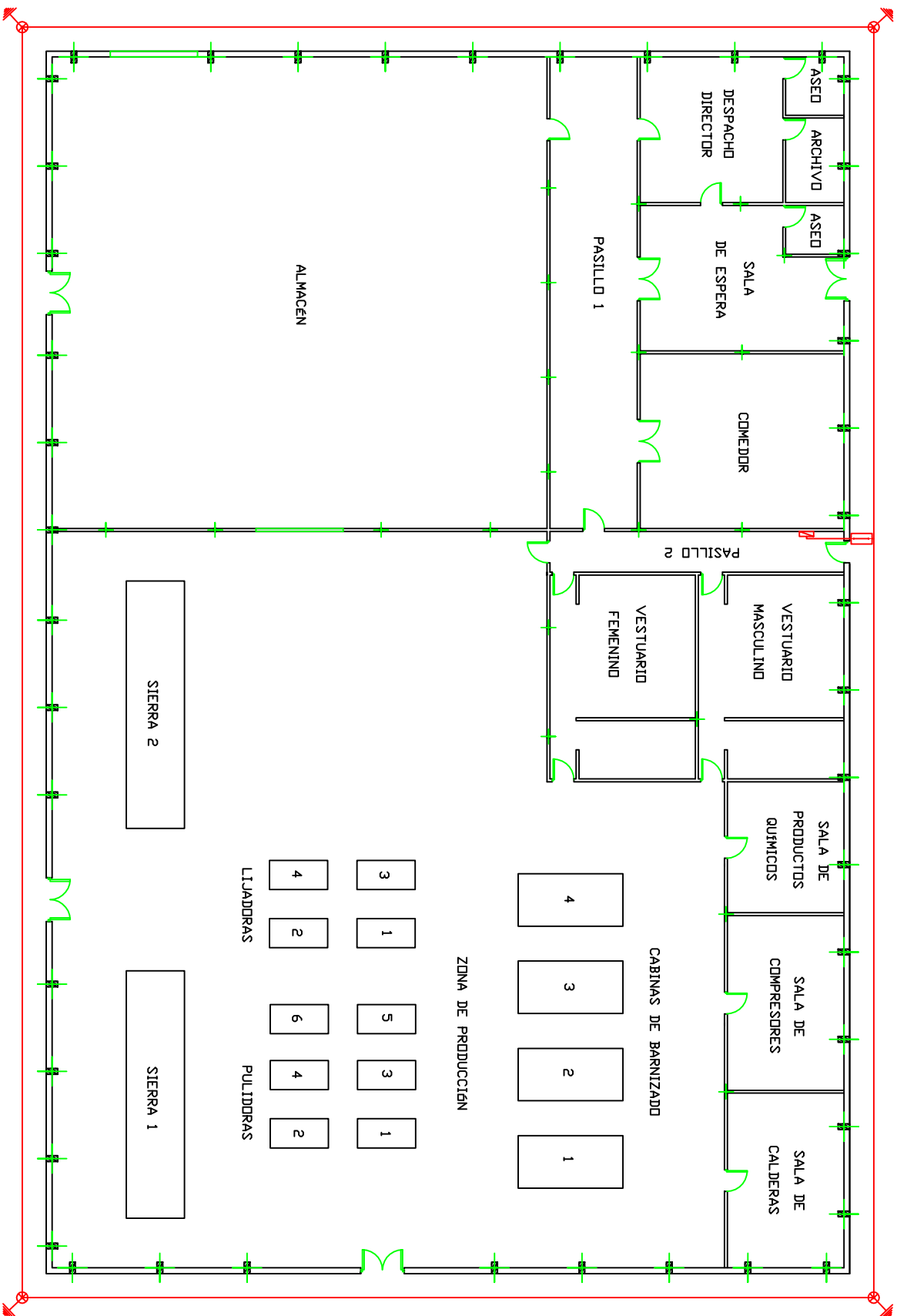
<input type="checkbox"/> BOBINA DEL CONTACTOR	
<input type="checkbox"/> PULSADOR DE PARADA	
<input type="checkbox"/> PULSADOR DE ENCENDIDO	
<input type="checkbox"/> CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	
<input type="checkbox"/> TRANSFORMADOR	

		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE	
de Navarra		INGENIERO		DEPARTAMENTO DE	
Nafarroako		TECNICO INDUSTRIAL E.		PROYECTOS E ING. RURAL	
Unibertsitate Publikoa					
PROYECTO:				REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE				BALLESTA MOLINA	
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE				JON ANDER	
TRANSFORMACIÓN				FIRMA:	
PLANO:				FECHA:	
ESQUEMA MANDO ALUMBRADO				11/2012	
				ESCALA:	
				S/E	
				Nº PLANO:	
				5	




- TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS.
- TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS.
- CUADROS DE PROTECCIONES.

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER	
FIRMA:					
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y TOMAS DE LA NAVE		FECHA: 11/2012	ESCALA: 1/200	Nº PLANO: 7	



LEYENDA DE SIMBOLOS

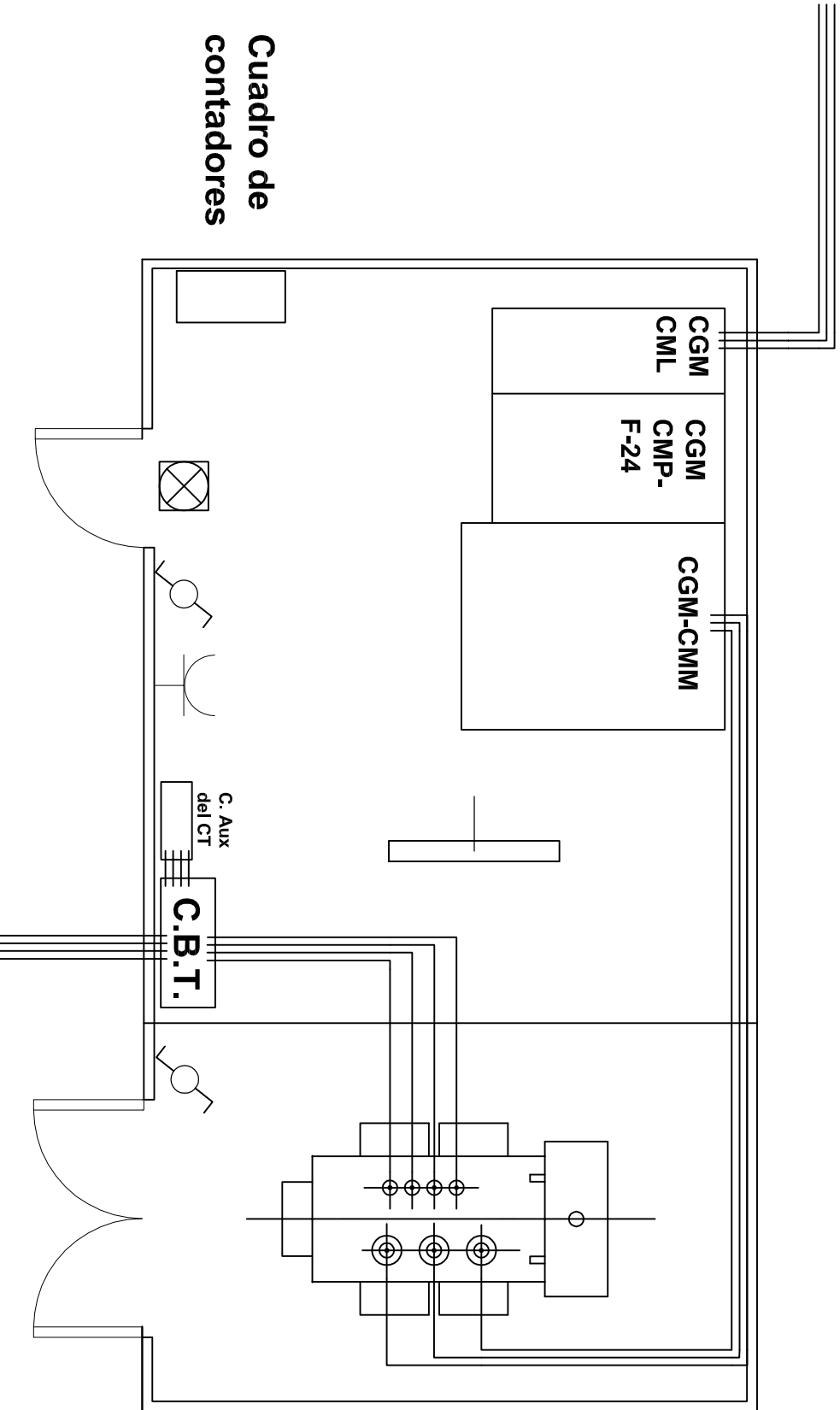
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm2 DE SECCION ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD
- CAJA DE MEDICION Y SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA QUE UNE EL ANILLO DE TIERRA CON EL CGMP DE BT
- GRAPAS PARA CONEXION PICA-CONDUCTOR
- PICA DE 2 m DE LONGITUD Y 14 mm DE DIAMETRO

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER		FIRMA:	
PLANO: PUESTA A TIERRA DE LA NAVE		FECHA: 11/2012		ESCALA: 1/200	
				Nº PLANO: 8	

Línea de Media tensión 13,2KV;
IBERDROLA
Subterránea

CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO

Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380



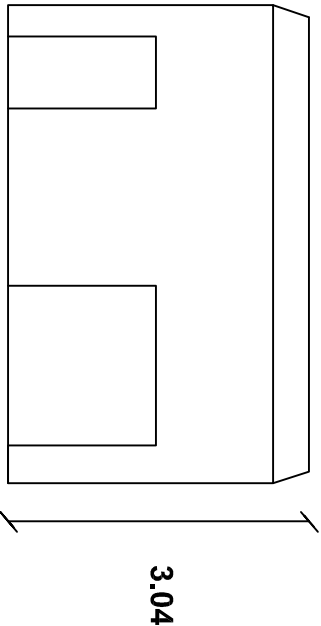
CGM-CML: Celda de línea CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible CGM-CMM: Celda de medida	
	Toma monofásica
	Luminaria Philips Mazda TCS097 1xTL-D58W HFP
	Interrupor conmutado
	Alumbrado de emergencia
	Cuadro General de Distribución

		Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	
E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO: BALLESTA MOLINA JON ANDER	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:	
PLANO: DISTRIBUCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FECHA:	ESCALA:
		11/2012	S/E
		Nº PLANO: 9	

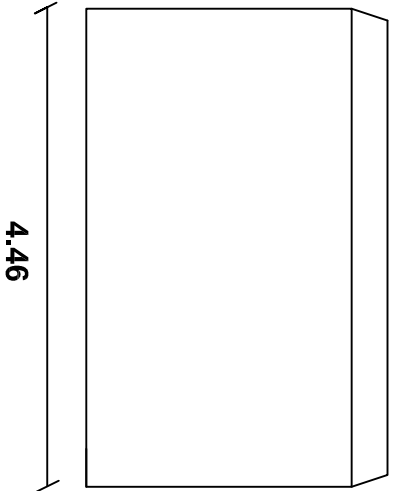
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE SUPERFICIE

Dimensiones planta: 4,46 x 2,38 m

Fachada delantera

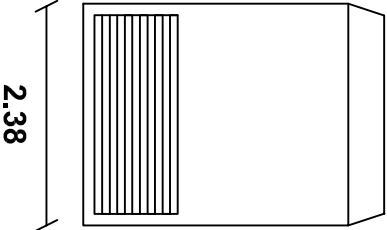


Fachada trasera

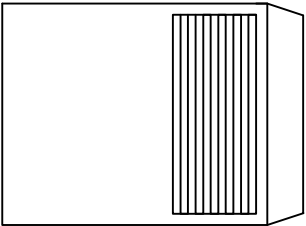


La prefabricada es de hormigón de la casa ORMAZABAL tipo PFU-4. Tiene dos puertas de acceso, siendo una de ellas para la introducción del transformador y otra para el acceso del personal autorizado. Consta de dos rejillas para la circulación del aire, permitiendo la refrigeración del transformador.

Fachada lateral izquierda




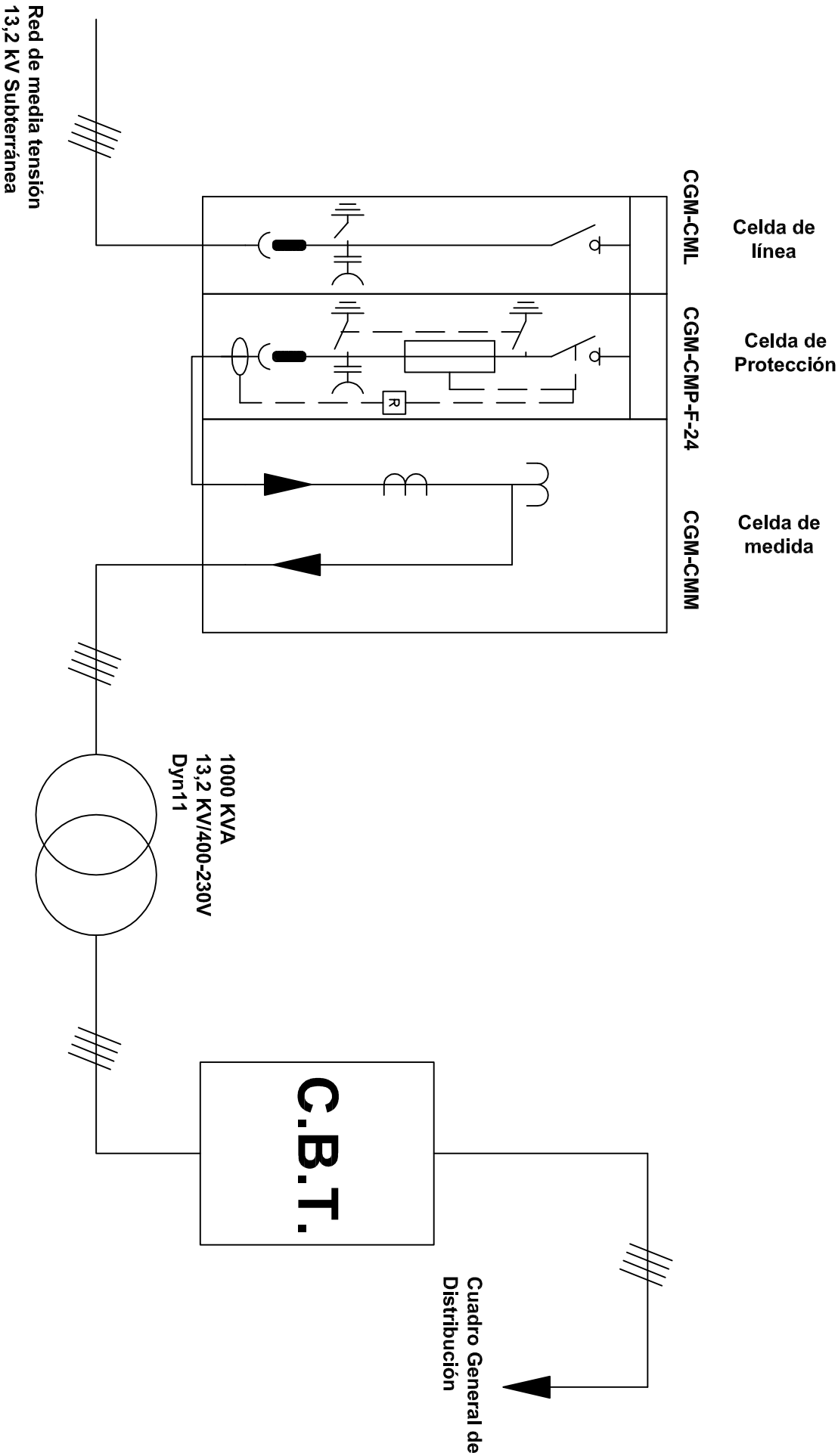
Fachada lateral derecha



La ventilación será de tipo natural con las rejillas de ventilación enfrentadas.

NOTA:


<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BALLESTA MOLINA JON ANDER
PLANO: REJILLADO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
		FECHA: 11/2012
		ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 10

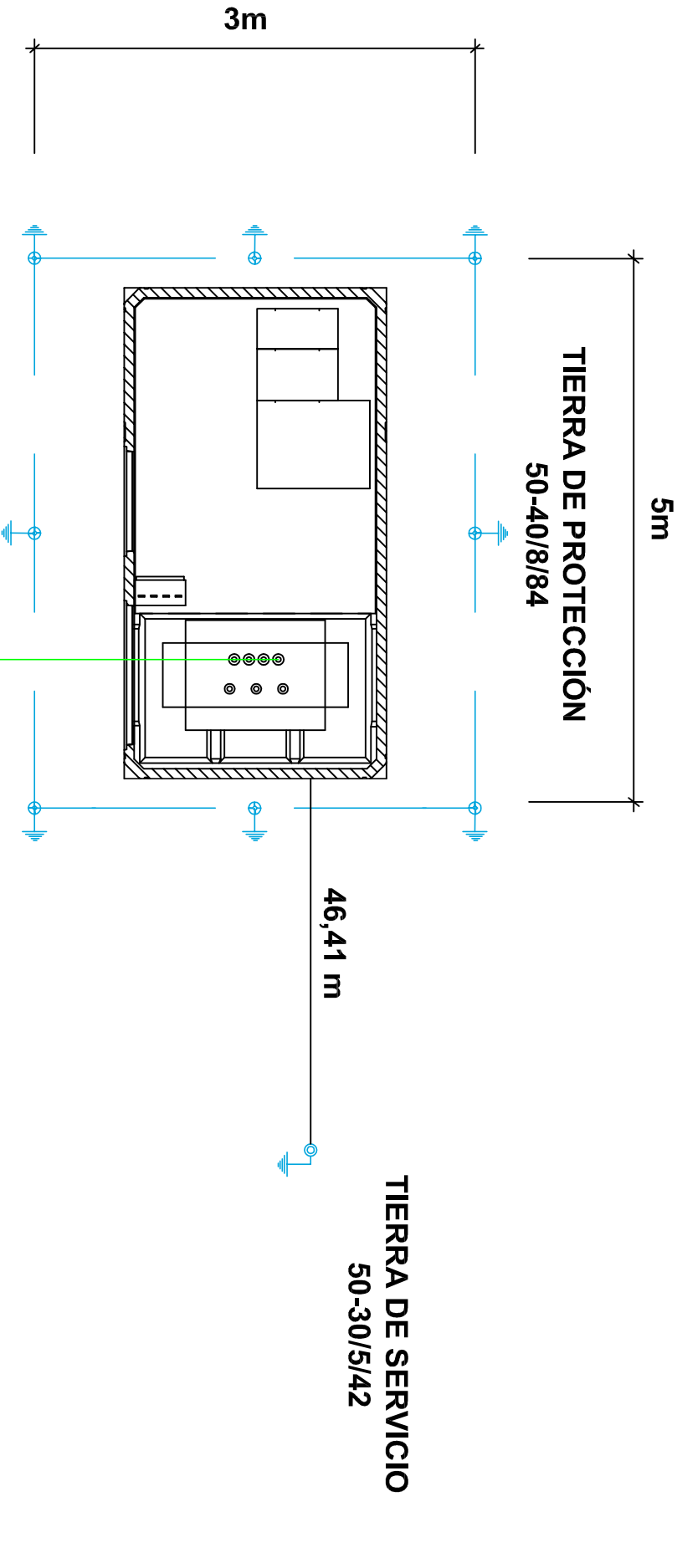


	Seccionador de puesta a tierra
	Interruptor seccionador
	Indicador de presencia de tensión
	Interruptor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS

CGM-CML: Celda de línea	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24KV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 40-45/5A Clase 05 Aislamiento 24KV. 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24KV.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	BALESTA MOLINA JON ANDER		
PLANO:	FIRMA:		
CELIDAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANOS:
	11/2012	S/E	11




Conductor de cobre desnudo de 50mm2	
Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm2	
Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra	
Arqueta de registro	
Punta Franklin	
Pica de cobre de 14mm de diámetro	

NOTA:

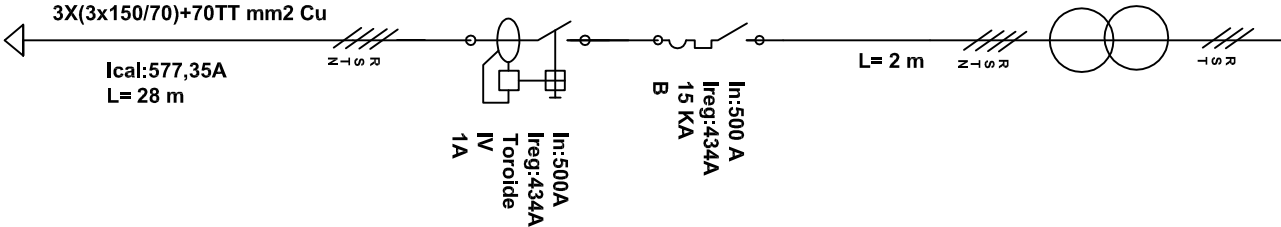
-Tierra de protección: 50-30/8/84. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Formarán un rectángulo de dimensiones 5x3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm².

NOTA:


-Tierra de servicio: 50/32. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. Se situarán en hilera, distanciadas entre sí 3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm².

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BALLESTA MOLINA JON ANDER		FIRMA:	
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FECHA: 11/2012		ESCALA: S/E	
				Nº PLANO: 12	

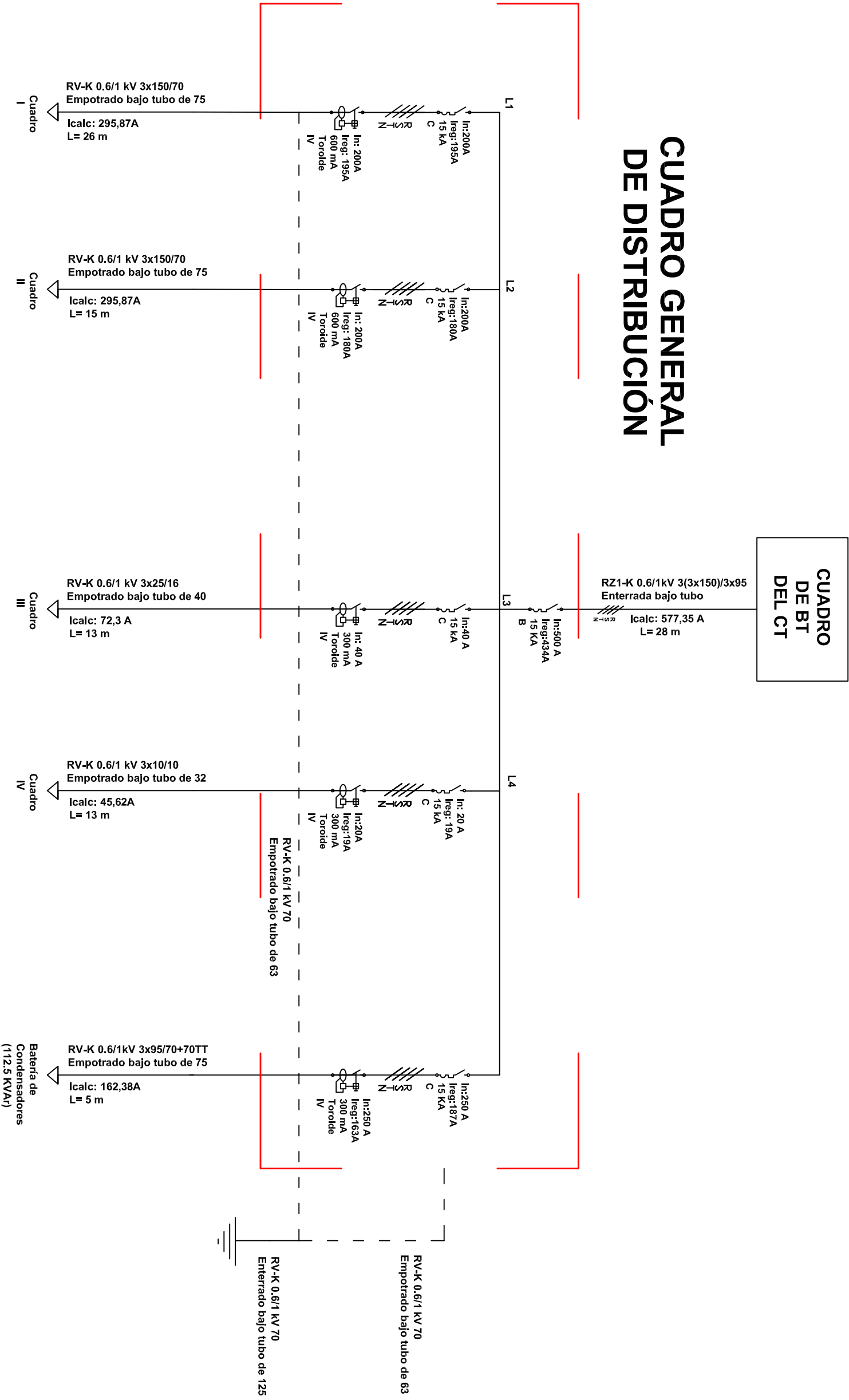
CUADRO DE B.T
DEL C.T




CUADRO
GENERAL
DE
DISTRIBUCIÓN

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BAJA		REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER	
		FIRMA:	
FECHA: 11/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 13	

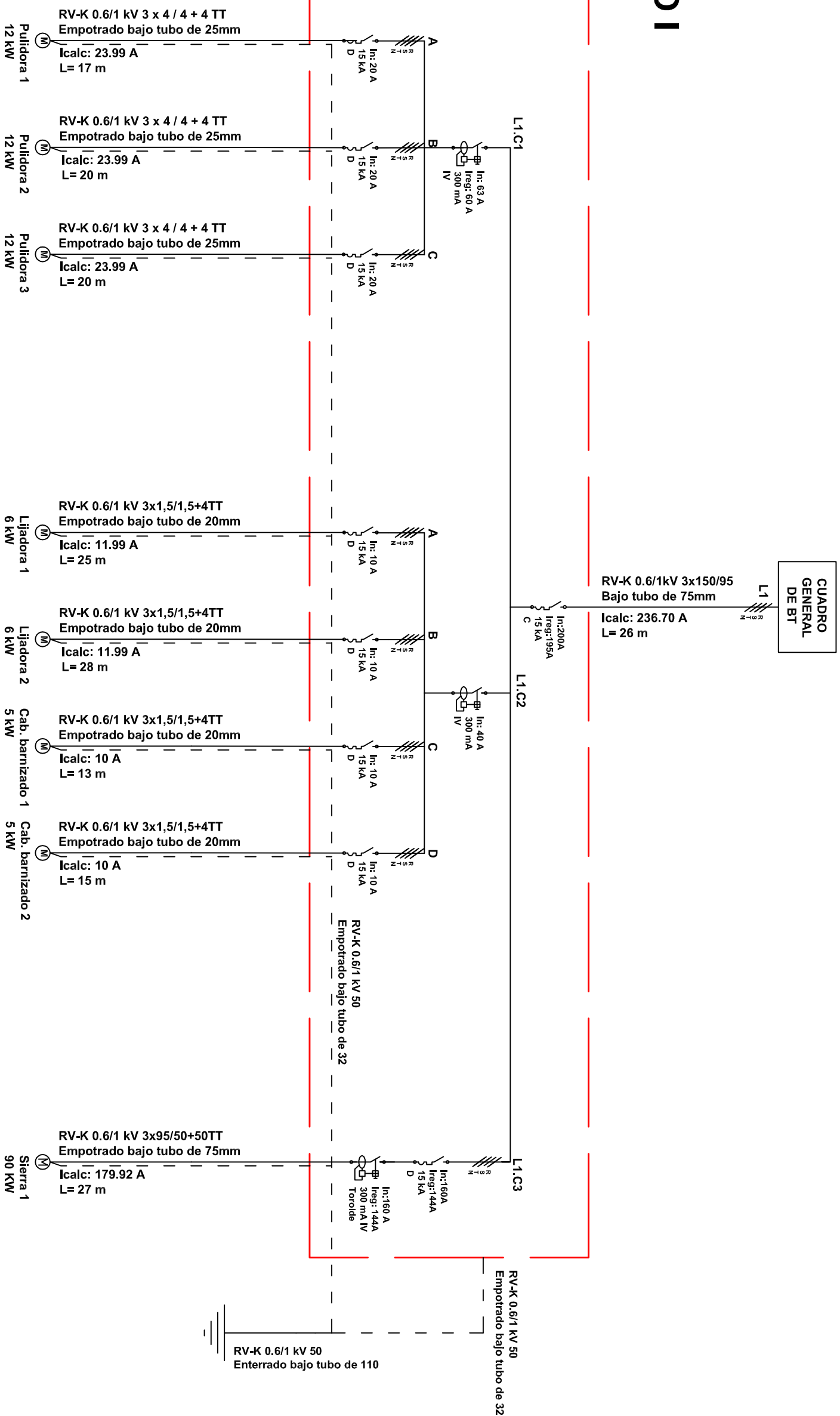
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN








	Calibre Sensibilidad Nº Polos	Interruptor diferencial
	Inom. PDC Nº Polos	Interruptor automático magnetotérmico

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		DEPARTAMENTO: <div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
PROYECTO: <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		REALIZADO: <div>BALLESTA MOLINA, JON ANDER</div>		FIRMA:	
PLANO: <div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL</div>		FECHA: 11/2012		ESCALA: S/E	Nº PLANOS: 14

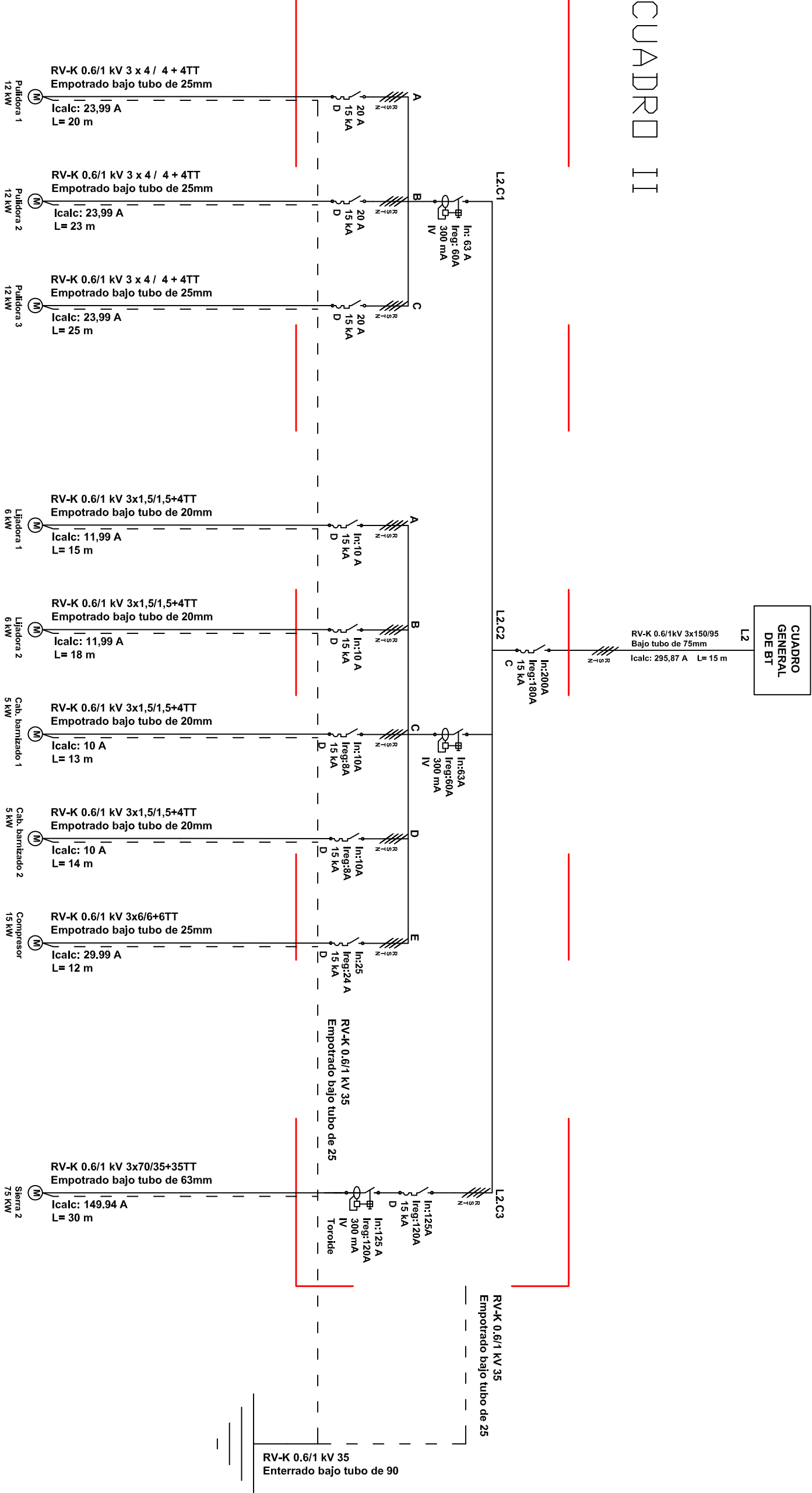
CUADRO I



	Calibre Sensibilidad Nº polos	Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva	Interruptor automática magnetotérmico
	Máquinas	
	TC 32A 4P+T	

 <p> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa </p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I			FIRMA: <div> <div>FECHA:</div> <div>11/2012</div> </div> <div> <div>ESCALA:</div> <div>S/E</div> </div> <div> <div>Nº PLANO:</div> <div>15</div> </div>

CUADRO II




Calibre
Sensibilidad
Nº polos

Interruptor
diferencial

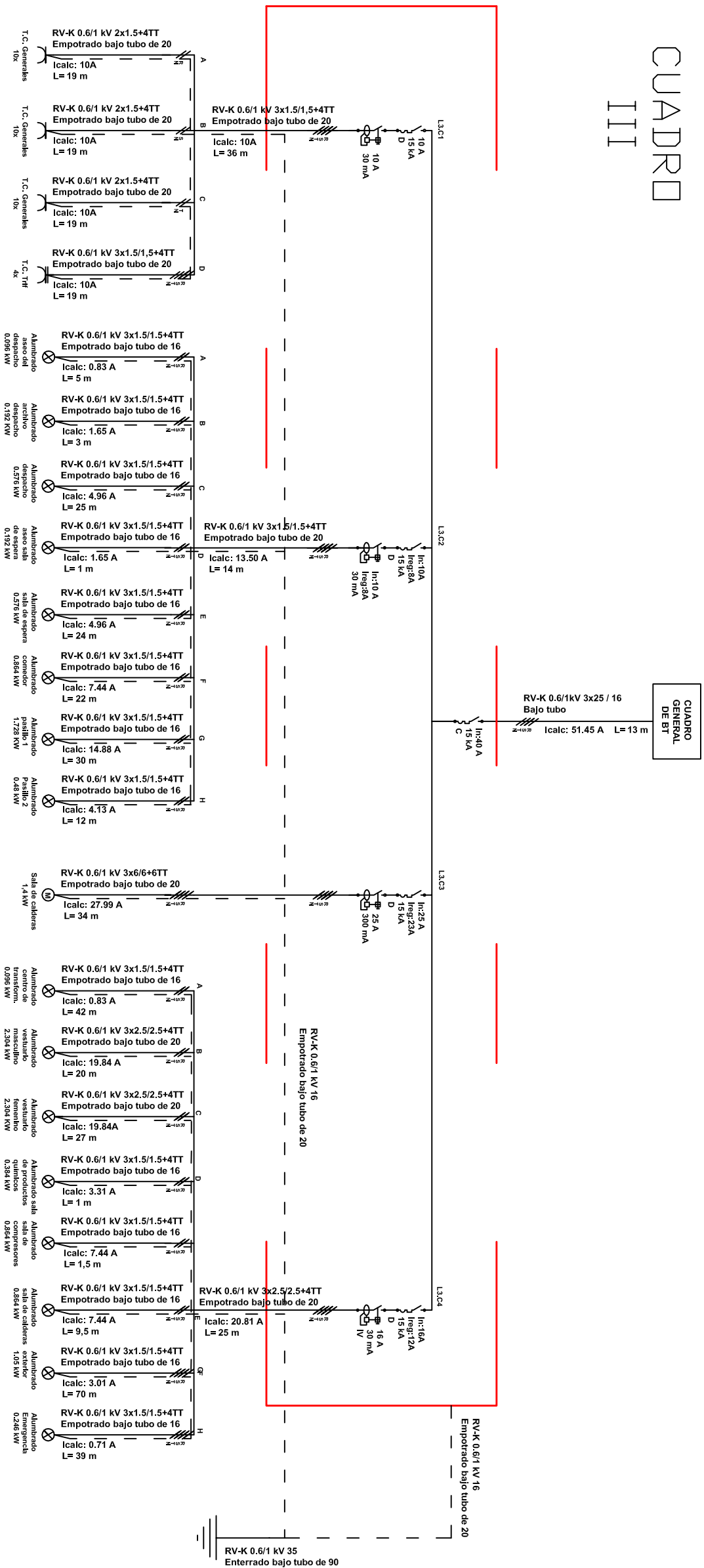
Inom.
PDC
Curva










Interruptor automática
magnetotérmico

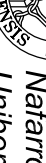
Máquinas
TC 32A 4P+T

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II		FIRMA:	
		FECHA:	ESCALA:
		11/2012	S/E
		Nº PLANO:	16

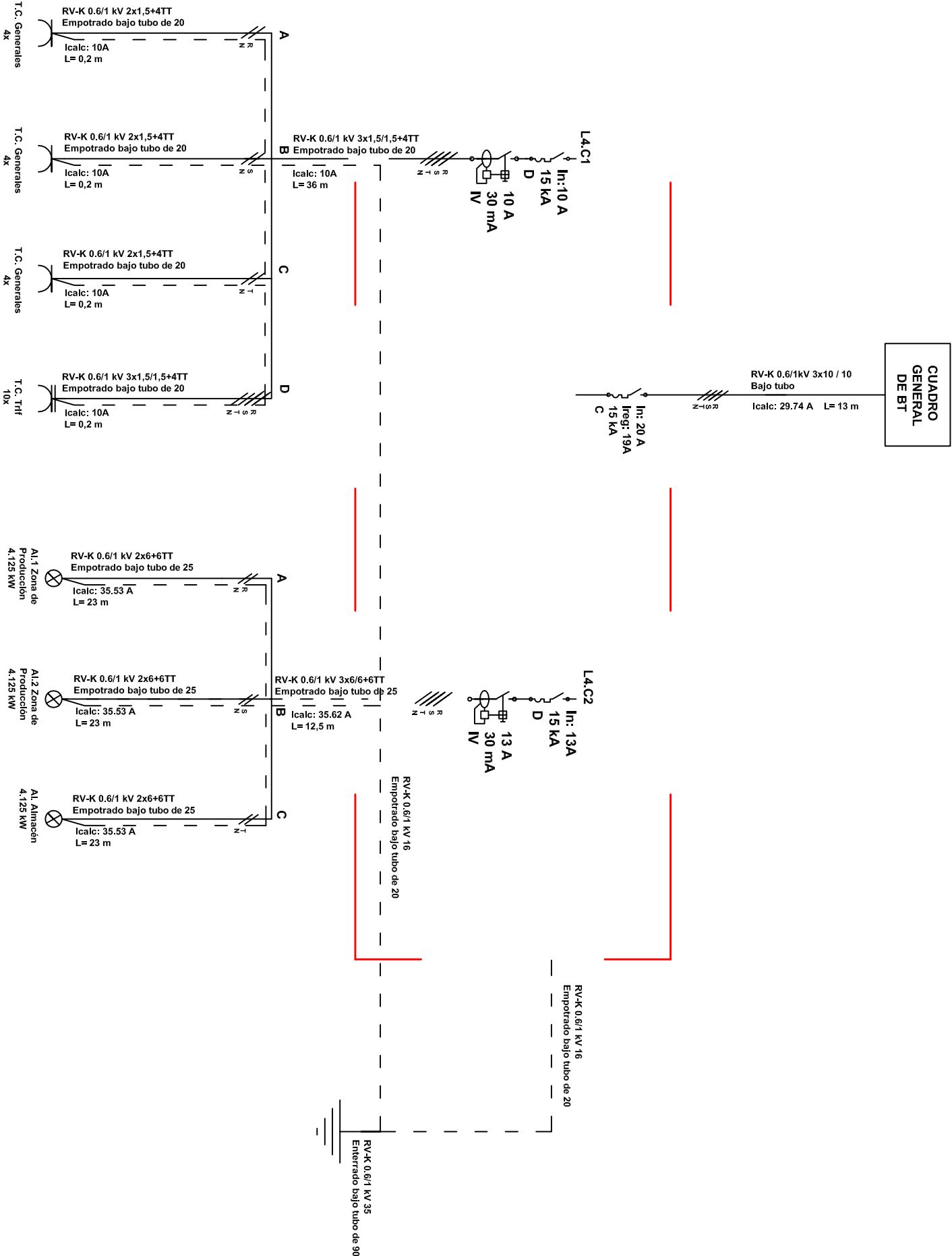
CUADRO
III



	Calibre	Interrupor diferencial
	Sensibilidad	
	N° polos	
	Inom.	Interrupor automática
	PDC	magnetotérmico
	Curva	
	Alumbrado	
	TC 16A 2P+T	
	TC 32A 4P+T	

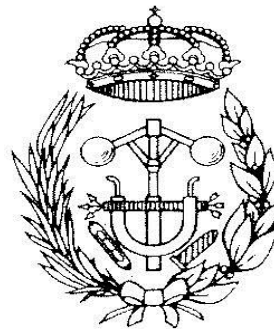
 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER
FIRMA:			
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III	11/2012	S/E	17

CUADRO IV



	Calibre Sensibilidad Nº polos	Interruptor diferencial
	Intom. PDC Curva	Interruptor automática magnetotérmico
	Alumbrado	

		Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO: BALLESTA MOLINA, JON ANDER		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO IV		FECHA: 11/2012		ESCALA: S/E		Nº PLANO: 18	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

PLIEGO DE CONDICIONES

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. INTRODUCCIÓN.....	1
4.2. OBJETO.	1
4.3. CONDICIONES GENERALES.	1
4.3.1. NORMAS GENERALES.	1
4.3.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.	1
4.3.3. CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.	1
4.3.4. RESCISIÓN.	1
4.3.5. CONDICIONES GENERALES.....	1
4.4. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN.	2
4.4.1. DATOS DE LA OBRA.	2
4.4.2. OBRAS QUE COMPRENDE.....	2
4.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	2
4.4.4. PERSONAL.	2
4.4.5. CONDICIONES DE PAGO.	3
4.5. CONDICIONES PARTICULARES.	3
4.5.1. DISPOSICIONES APLICABLES.	3
4.5.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	3
4.5.3. PROTOTIPOS.	4
4.6. NORMATIVA GENERAL.....	4
4.7. CONDUCTORES.....	4
4.7.1. MATERIALES.....	4
4.7.2. REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	5
4.7.2.1. Instalaciones de conductores aislados.....	5
4.7.2.2. Sección mínima del conductor neutro.	5
4.7.2.3. Continuidad del conductor de neutro.	6
4.7.3. Sección de los conductores. Caídas de tensión.	6
4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	6
4.8.1 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	6
4.8.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	7
4.8.3 ENSAYOS.....	7
4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.....	7
4.9.1 OBJETIVO.	7
4.9.2 CONDICIONES GENERALES.....	8
4.9.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.	8
4.9.4 TRAZADO DE ZANJAS.....	8
4.9.5 TENDIDO DE CONDUCTORES.	8
4.9.6 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR.....	9
4.9.7 CIERRE DE ZANJAS.....	9
4.10. RECEPTORES.....	9
4.10.1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	9
4.10.2. CONEXIONES DE RECEPTORES.	10
4.10.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN	10
4.10.4. RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN	11
4.10.5. APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN.....	11
4.11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES Y SOBREINTENSIDADES.....	11
4.11.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	11



4.11.1.1. Protección contra sobreintensidades.....	11
4.11.1.2. Protección contra sobrecargas.....	11
4.11.2. SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.	12
4.11.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.	12
4.12. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	12
4.12.1. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	12
4.12.2. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.	13
4.12.3. PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.	13
4.13. ALUMBRADOS ESPECIALES.....	14
4.13.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	14
4.13.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	14
4.13.3. LOCALES CON ALUMBRADOS ESPECIALES.....	14
4.13.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.	14
4.13.5. INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.	15
4.14. LOCAL.....	15
4.14.1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.	15
4.15. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	16
4.16. PUESTAS A TIERRA.	16
4.16.1. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA.	16
4.16.2. DEFINICIÓN.	16
4.16.3. PARTES QUE CORRESPONDEN A LAS PUESTAS A TIERRA.	16
4.16.4. ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTRUCCIÓN, DIMENSIONES.....	17
4.16.5. RESISTENCIA DE TIERRA.....	18
4.16.6. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y SUS DERIVACIONES.....	18
4.16.7. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	19
4.16.8. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.	19
4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL.	20
4.17.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.	20
4.17.2 ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS.	20
4.17.3 MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN.....	20
4.17.4 MEDICIÓN DE TIERRAS.	20
4.17.5 MEDIDA DE AISLAMIENTO.....	20
4.17.6 MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.	20
4.17.7 COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS.....	20
4.17.8 COMPROBACIÓN DE CONEXIONES.	21
4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	21



PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. INTRODUCCIÓN.

El presente Pliego comprende las condiciones especificadas en las Instrucciones del Ministerio de Industria y Energía señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Reglamento de Centros de Transformación, las Normas UNE, y las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).

4.2. OBJETO.

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deberán satisfacer los materiales, los montajes y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la carpintería.

El emplazamiento de la instalación se dará en la localidad de Huarte en el polígono Areta, Calle Ripagain "E", Nº 6, 31620 Huarte (Navarra) España.

4.3. CONDICIONES GENERALES.

4.3.1. NORMAS GENERALES.

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para centros de transformación de Iberdrola (compañía suministradora).

4.3.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.3.3. CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudieran introducir el autor del proyecto.

4.3.4. RESCISIÓN.

Si la ejecución de la obra no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen mas trabajos.

No se abonarán los acopios que se hubieran efectuado.

4.3.5. CONDICIONES GENERALES.

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.



4.4. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN.

4.4.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.4.2. OBRAS QUE COMPRENDE.

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprenden este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentran dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

- Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- Suministro de todo material necesario para las instalaciones.
- Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y de tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se consideran como variaciones o mejoras en el proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a la ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personas independientes al contratista.

4.4.4. PERSONAL.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.



El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.4.5. CONDICIONES DE PAGO.

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándose el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contiene materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.5. CONDICIONES PARTICULARES.

4.5.1. DISPOSICIONES APLICABLES.

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones las siguientes:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.5.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra,

omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente explicados en los planos y en el pliego de condiciones.

4.5.3. PROTOTIPOS.

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la dirección de obra un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estimen oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.6. NORMATIVA GENERAL.

- Se clasificara como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión a un fin particular. Producción, transformación, conservación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión. Nota: en virtud de este artículo se detallara la normativa acerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.
- Cuando se construya un local, edificio o agrupación de estos, cuya previsión de cargas exceda de 50kVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que deberá ser de fácil acceso, se destinara exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como deposito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
- Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de Noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realice el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.7. CONDUCTORES.

4.7.1. MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados.

Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100V y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas en la instrucción ITC BT 03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otro material aislante equivalente que resista las condiciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a los que estén sometidos.

4.7.2. REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

4.7.2.1. Instalaciones de conductores aislados.

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000V.

- Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni desplazamiento del conductor, el 90% de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no sea superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se realizarán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.7.2.2. Sección mínima del conductor neutro.

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
 - A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones de entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.
- En distribuciones trifásicas:
 - A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.7.2.3. Continuidad del conductor de neutro.

El conductor neutro no podrá quedar interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a. Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión de neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- b. Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizados y que solo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.7.3. Sección de los conductores. Caídas de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 6,5% para los demás usos. Cumpliendo así con lo que se refleja en la ITC BT 19 para instalaciones interiores alimentadas desde un C.T. propio. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramento, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno (y los 55 dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm. de diámetro. Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

4.8.1 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.



Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y remplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.8.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director. El instalador deberá realizar, en este caso, los planos de montaje necesarios, en los cuales se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que, como consecuencia del cambio, se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la deberán conectarse todas las envolventes de las celdas y los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra con elementos apropiados de conexión.

Todas las armaduras y pantallas de los cables deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia de tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que, por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan las normas reguladas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en especial los Artículos 62 y 66.

4.8.3 ENSAYOS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA, conforme a las cuales está fabricada.

Asimismo, una vez ejecutado la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.

4.9.1 OBJETIVO.

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

4.9.2 CONDICIONES GENERALES.

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión. Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

4.9.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.9.4 TRAZADO DE ZANJAS.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

4.9.5 TENDIDO DE CONDUCTORES.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

4.9.6 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U.3305.

4.9.7 CIERRE DE ZANJAS.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

4.10. RECEPTORES.

4.10.1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución públicas ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, puedan producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, gases, humedad, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrecorrientes siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC BT22. Se adoptarán las características de intensidad; tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.10.2. CONEXIONES DE RECEPTORES.

Todo receptor será accionado por un dispositivo que pueda ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC BT 43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un grupo de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por medio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por medio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanza más de 85°C de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de material termoplástico.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

4.10.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a la misma. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia d por lo menos hasta 0,9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto en la ITC BT 09 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.10.4. RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1kW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1kW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará por lo menos con un juego de fusibles cortocircuitados de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

4.10.5. APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN.

Los aparatos de caldeo se instalaran de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevaran además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES Y SOBREINTENSIDADES.

4.11.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

4.11.1.1. Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.11.1.2. Protección contra sobrecargas.

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor de neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.11.2. SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos. Se instalarán para tal fin interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.11.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de tal forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a la apertura y al cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

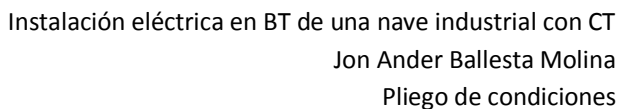
Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.12. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

4.12.1. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Para considerar satisfactoria la protección contra contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 m hacia arriba, 1 m abajo y 1 m lateralmente.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que puedan presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.



Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión y la importancia de la instalación, etc., que obligaran en cada caso a adoptar las medidas de protección más adecuadas.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las siguientes clases:

Se basara en los siguientes sistemas:

- Clase B:

Se basara en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumpla las condiciones siguientes:

En instalaciones con el neutro conectado directamente a tierra:

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 V en locales conductores.
 - 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.13. ALUMBRADOS ESPECIALES.

4.13.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación fácil y segura de las personas que se encuentren en el interior hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada. Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.13.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con gente. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que necesitan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos podrán ser los mismos.

4.13.3. LOCALES CON ALUMBRADOS ESPECIALES.

Con alumbrado de emergencia: todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los, locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

Con alumbrado de señalización: estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros, cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en los que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

4.13.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de la tensión nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.



La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el 2.1 de esta instrucción.

4.13.5. INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no puede alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.14. LOCAL.

4.14.1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.

Las instalaciones en los locales en los que afecten las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.

El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción ITC BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente a los receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectarán mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman mas de 15 A se alimentará directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

El cuadro general de distribución, e igualmente los secundarios, se instalarán en los locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a los receptores. Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenezcan.

Las canalizaciones estarán constituidas por:

Conductores aisladores, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.

Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.

Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre si.

4.15. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descargas a tierra.

4.16. PUESTAS A TIERRA.

4.16.1. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.16.2. DEFINICIÓN.

La denominación “puesta a tierra”, comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.16.3. PARTES QUE CORRESPONDEN A LAS PUESTAS A TIERRA.

Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los siguientes elementos:

- Electrodo: Es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defecto que puedan producirse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener hasta el terreno.
- Línea de enlace con tierra: Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.



Pliego de condiciones

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

Derivaciones de las líneas principales de tierra: estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

- Al neutro de red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto de potencial cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.16.4. ELECTRODOS. NATURALEZA. CONSTRUCCIÓN. DIMENSIONES.

Picas verticales. Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25mm de diámetro exterior, como mínimo.
- Barras de acero o de cobre de 14mm de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60mm de lado, como mínimo.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros, si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.16.5. RESISTENCIA DE TIERRA.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia a tierra en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor.
- 50V en los demás casos.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos realizados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.16.6. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y SUS DERIVACIONES.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se deseen poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que las resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.16.7. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de la instalación de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierra del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es de al menos 15 m para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100 \Omega \cdot m$). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.
- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.16.8. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL.

4.17.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Terminadas las obras e instalaciones, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la dirección facultativa procederá a la realización de los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el contratista realizará cuantas modificaciones y operaciones sean necesarias para lograrlo.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por la dirección facultativa y visadas por el colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:

"Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la dirección facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y, si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de recepción provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas".

4.17.2 ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS.

Previo comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la dirección facultativa las siguientes medidas eléctricas que nunca podrán ser inferiores a las del proyecto y a las preceptuadas en el reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias del mismo.

4.17.3 MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN.

Con toda la instalación en marcha se medirá la tensión en la acometida desde el centro de transformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

4.17.4 MEDICIÓN DE TIERRAS.

Se medirá la resistencia a tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.

4.17.5 MEDIDA DE AISLAMIENTO.

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados, se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

4.17.6 MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Se medirá el factor de potencia de la acometida del Centro de Transformación, estando toda la instalación conectada y se comprobará que es superior o igual a 0,9.

4.17.7 COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS.

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que correspondan.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la intensidad de régimen de cada una de las fases en el centro de transformación y se comprobará que el desequilibrio es inferior al admisible.

4.17.8 COMPROBACIÓN DE CONEXIONES.

Se comprobará que la intensidad nominal de los circuitos no supere el valor de la intensidad máxima admisible en el conductor protegido.

4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

Como base general de estas Condiciones Generales de Índole Económica, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hallan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

- El Ingeniero podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.
- Se exigirá al Contratista, para que cumpla con lo contratado, una fianza del 10% del Presupuesto de las obras adjudicadas. Si, el Contratista, se negara a hacer por su cuenta los trabajos precisos para realizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el total de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.
- La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá en 8 días, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de Certificación del Ayuntamiento, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o los materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en los trabajos.
- Los precios de unidades de obra, así como de los materiales, se fijarán entre el Ingeniero Director y el Contratista o su representante expresamente designado para estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes. De los precios así acordados se levantarán actas, que firmarán por triplicado: el Ingeniero Director, el Propietario y el Contratista o los representantes autorizados a estos efectos por ellos
- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base a la ejecución de la obra.

Tampoco se le admitirá reclamación de clase alguna fundada en indicaciones que sobre las obras se hagan en la Memoria, por no ser éste el documento que sirve de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el Presupuesto pueda tener, ya por variación de los precios con respecto de los de los cuadros correspondientes, ya por errores aritméticos en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa, salvo en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar en el plazo de 4 meses, contados desde la fecha de adjudicación.



Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del Presupuesto que a de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho Presupuesto, antes de las correcciones, y la cantidad ofrecida.

Contratándose las obras a riesgo y altura y ventura, es natural por ello que, en principio, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características en determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja, y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado, siempre y cuando se convenga en el oportuno Contrato de Ejecución de Obras.

Por ello, y en los casos de revisión al alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración del precio que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario, antes de comenzar o reanudar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado haya aumentado, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se haya subido, aplicándose el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta, siempre que proceda, el acopio de materiales en la obra, en el caso de que estuviesen parcial o totalmente abonados por el Contratista.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, el transporte, etc., que el Contratista desea percibir, aquél tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transporte, etc. a precios inferiores de los pedidos por el Contratista, en cuyo caso, como es lógico y natural, se tendrá en cuenta para la revisión de los precios de los materiales, transporte, etc. adquiridos por el Contratista, merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, solicita del Contratista la revisión de precios, por haber bajado los de jornales, materiales, transporte, etc., se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en las obras, en equidad por la baja experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

La fórmula de revisión de los precios de la Contrata se establecerá de mutuo acuerdo entre las partes contratantes, quedando ésta reflejada en el oportuno contrato de obra.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a lo preceptuado en el Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las indicaciones y órdenes que, por escrito, entregue el Ingeniero Director, y siempre dentro de las cifras a que ascienden los Presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuran en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego de Condiciones Generales de Índole Económica para estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

Si las obras se hubiesen adjudicado por subasta o concurso, servirán de base para su valoración los precios que figuran en el Presupuesto del Proyecto, con las mismas condiciones expresadas anteriormente para los precios de la oferta. A1 resultante de la valoración ejecutada en dicha forma, se le aumentará el tanto por ciento necesario para obtención del precio de la Contrata, y de la cifra obtenida se descontará la que proporcionalmente corresponda a la baja de subasta a remate.



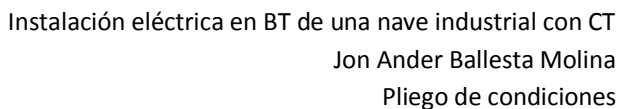
En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto, podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna clase.

- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de Obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican dichos pagos.
- En ningún caso, el Contratista podrá, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el corresponda con arreglo a los plazos en que deben terminarse.
- El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de la ocupación del inmueble, debidamente justificados.
- El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este Artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:
 - Los incendios causados por electricidad atmosférica.
 - Los daños producidos por terremotos o maremotos.
 - Los producidos por vientos huracanados, mareas o crecidas de los ríos, superiores a las que sean de prever en el país y siempre que exista constancia inequívoca de que por el Contratista se tomaron las medidas posibles dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
 - Los que provengan de movimientos del terreno en que se están efectuando las obras.
 - La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obras ya ejecutadas o materiales almacenados a pie de obra, que, en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, instalaciones, etc. propiedad de la Contrata.

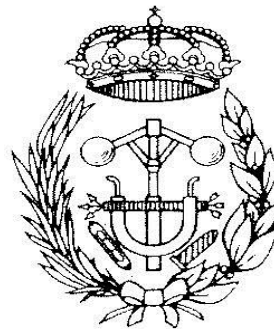
No se admitirán mejoras en la obra, salvo en el caso de que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de nuevos trabajos o que se mejore la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que, con cargo a la citada Sociedad, se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se va realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista, se efectuará por Certificaciones como el resto de los trabajos de construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de la reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto, será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la Contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales almacenados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.



El Ingeniero Director se niega de antemano al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto de que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

PRESUPUESTO

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



PRESUPUESTO

5.1. ACOMETIDA.....	1
5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES.....	1
5.2.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	1
5.2.2. CUADRO SECUNDARIO I	2
5.2.3. CUADRO SECUNDARIO II	2
5.2.4. CUADRO SECUNDARIO III	3
5.2.5. CUADRO SECUNDARIO IV	4
5.2.6. ARMARIOS CUADROS SECUNDARIOS.....	4
5.2.7 TABLA RESUMEN.....	4
5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS, CANALIZACIONES.....	5
5.3.1. CONDUCTORES	5
5.3.2 TUBOS	5
5.3.3. TABLA RESUMEN.....	6
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA.....	6
5.4.1. PUESTA A TIERRA	6
5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO	6
5.5.1. ALUMBRADO INTERIOR	6
5.5.2. ALUMBRADO EXTERIOR.....	7
5.5.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	7
5.5.4 TABLA RESUMEN.....	7
5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS	7
5.6.1. TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES.....	7
5.7. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	8
5.7.1. BATERÍA DE CONDENSADORES	8
5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
5.8.1. OBRA CIVIL.....	8
5.8.2. CASETA DEL CENTRO	8
5.8.3. TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	8
5.8.4. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	9
5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN.....	9
5.8.6. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO	10
5.8.7. TABLA RESUMEN.....	10
5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.	11
5.9.1. SEGURIDAD Y SALUD	11
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	12



5. PRESUPUESTO.

5.1. CAPÍTULO I: ACOMETIDA.

NºOrden	Descripción	Cantidad(m)	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
5.1.1	Marca: PRYSMIAN Cable RZ1 0.6/1 KV Flexible 3(3x150/70)	28x3	294,539	24741,276
5.1.2	Tubo de XLPE corrugado de doble pared, de 125 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia de aplastamiento 450 N	28	5,25	147
5.1.3	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo de tubo y rellano de tierra excavada	28	5,25	147
5.1.4	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	25147,776

5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Nº orden	Situación	Descripción	Precio unitario(€)	cantidad	Importe(€)
5.2.1.1	Acometida	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 500 A curva B	2363,78	1	2363,78
5.2.1.2	L1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C	1101,45	1	1101,45
5.2.1.3	L2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C	1101,45	1	1101,45
5.2.1.4	L3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA, calibre 40 A curva C	259,73	1	259,73
5.2.1.5	L4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 20 A curva C	229,94	1	229,94
5.2.1.6	Línea condensadores	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 250 A curva C	1290,42	1	1290,42
5.2.1.7	Acometida	Relé diferencial Toroide 1000 mA 500 A regulable, 4P	514,38	1	514,38
5.2.1.8	L1	Relé diferencial Toroide 600mA 200 A regulable, 4P	402,70	1	402,70
5.2.1.9	L2	Relé diferencial Toroide 600mA 200 A regulable, 4P	402,70	1	402,70
5.2.1.10	L3	Relé diferencial Toroide 300mA 40 A 4P	208,93	1	208,93
5.2.1.11	L4	Relé diferencial Toroide 300mA 20 A regulable, 4P	183,23	1	183,23
5.2.1.12	Línea condensadores	Relé diferencial Toroide 300mA 250 A regulable, 4P	423,54	1	423,54
5.2.1.13		Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				Subtotal	8594,75

**5.2.2. CUADRO SECUNDARIO I**

Nº orden	Situación	Descripción	Precio unitario(€)	cantidad	Importe(€)
5.2.2.1	L1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C	1101,45	1	1101,45
5.2.2.2	L1C1A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.2.3	L1C1B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.2.4	L1C1C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.2.5	L1C2A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.2.6	L1C2B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.2.7	L1C2C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.2.8	L1C2D	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.2.9	L1C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 160 A regulable, curva D	589,56	1	589,56
5.2.2.10	L1C1	Relé diferencial Toroide 300 A 63 A regulable, 4P	321,38	1	321,38
5.2.2.11	L1C2	Relé diferencial Toroide 300mA 40 A 4P	208,93	1	208,93
5.2.2.12	L1C3	Relé diferencial Toroide 300mA 160 A regulable, 4P	396,52	1	396,52
5.2.2.13		Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				Subtotal	4296,56

5.2.3. CUADRO SECUNDARIO II

Nº orden	Situación	Descripción	Precio unitario(€)	cantidad	Importe(€)
5.2.3.1	L2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 200 A curva C	1101,45	1	1101,45
5.2.3.2	L2C1A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.3.3	L2C1B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.3.4	L2C1C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 20 A curva D	229,94	1	229,94
5.2.3.5	L2C2A	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.3.6	L2C2B	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10



5.2.3.7	L2C2C	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.3.8	L2C2D	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.3.9	L2C2E	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 25 A, regulable curva D	234,35	1	234,35
5.2.3.10	L1C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 125 A regulable, curva D	488,74	1	488,74
5.2.3.11	L1C1	Relé diferencial Toroide 300 A 63 A regulable, 4P	321,38	1	321,38
5.2.3.12	L1C2	Relé diferencial Toroide 300mA 63 A Regulable, 4P	321,38	1	321,38
5.2.3.13	L1C3	Relé diferencial Toroide 300mA 125 A regulable, 4P	388,86	1	388,86
5.2.3.14		Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				Subtotal	4534,88

5.2.4. CUADRO SECUNDARIO III

Nº orden	Situación	Descripción	Precio unitario(€)	cantidad	Importe(€)
5.2.4.1	L3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 40 A curva C	250,73	1	250,73
5.2.4.2	L3.C1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.4.3	L3.C2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A regulable, curva D	219,10	1	219,10
5.2.4.4	L3.C3	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 25 A regulable, curva D	234,35	1	234,35
5.2.4.5	L3.C4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 16 A regulable , curva D	223,46	1	223,46
5.2.4.6	L3.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P	172,46	1	172,46
5.2.4.7	L3.C2	Relé diferencial Toroide 30mA 10 A regulable, 4P	172,46	1	172,46
5.2.1.8	L3.C3	Relé diferencial Toroide 300mA 25 A regulable, 4P	190,88	1	190,88
5.2.1.9	L3.C4	Relé diferencial Toroide 300mA 16 A regulable, 4P	186,31	1	186,31
5.2.1.10		Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				Subtotal	1981,35

5.2.5. CUADRO SECUNDARIO IV

Nº orden	Situación	Descripción	Precio unitario(€)	cantidad	Importe(€)
5.2.5.1	L4	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA regulable, calibre 20 A curva C	229,94	1	229,94
5.2.5.2	L4.C1	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 10 A curva D	219,10	1	219,10
5.2.5.3	L4.C2	Interruptor magnetotérmico IV PdC 15KA calibre 16 A curva D	223,46	1	223,46
5.2.5.4	L4.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P	172,46	1	172,46
5.2.5.5	L4.C2	Relé diferencial Toroide 30mA 16 A 4P	193,47	1	193,47
5.2.5.6		Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				Subtotal	1150,93

5.2.6. ARMARIOS CUADROS SECUNDARIOS

Nº orden	Cuadro	Descripción	Precio unitario(€)	Cantidad	Importe(€)
5.2.6.1	general distribución	Armario metálico ABB modelo ARTU K, o similar, de dimensiones 2231x2388x362 construido en chapa de acero de 2mm de espesor laminada y plegada en frío, pintada exterior e interiormente con pintura epoxy endurecida al horno y soportes de barras. Totalmente colocado.	1969,73	1	1969,73
5.2.6.2	Cuadros III y IV	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Model: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08303	188,72	2	377,44
5.2.6.3	secundarios I y II	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Model: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08304	214,16	2	428,32
				Subtotal	2775,49

5.2.7 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO II	IMPORTE (€)
5.2.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	8594,75
5.2.2	CUADRO SECUNDARIO I	4296,56
5.2.3	CUADRO SECUNDARIO II	4534,88
5.2.4	CUADRO SECUNDARIO III	1981,35
5.2.5	CUADRO SECUNDARIO IV	1150,93
5.2.6	ARMARIOS CUADROS	2775,49
	SUBTOTAL	23333,96

**5.3 CAPITULO III: CONDUCTORES, TUBOS, CANALIZACIONES****5.3.1. CONDUCTORES**

Nº orden	Descripción	Cantidad(metros)	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.3.1.1	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 1,5 mm ² Cu	2181	1,446	3153,726
5.3.1.2	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 2,5 mm ² Cu	360	1,998	719,28
5.3.1.3	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 4 mm ² Cu	625	2,940	1837,5
5.3.1.4	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 6 mm ² Cu	77	3,678	283,206
5.3.1.5	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 10 mm ² Cu	1020	5,850	5967
5.3.1.6	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 16 mm ² Cu	1530	8,564	13102,92
5.3.1.7	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 25 mm ² Cu	242	12,934	3130,028
5.3.1.8	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 35 mm ² Cu	8	17,974	143,792
5.3.1.9	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 50 mm ² Cu	501	25,858	12954,858
5.3.1.10	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 70 mm ²	24	36,384	873,276
5.3.1.11	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 95 mm ²	15	46,786	701,79
5.3.1.12	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 150 mm ²	375	72,712	27267
5.3.1.13	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	70246,876

5.3.2 TUBOS

Nº orden	Descripción	Cantidad(m)	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.3.2.1	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 16 mm	351	0,25	87,75
5.3.2.2	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 20 mm	272	0,45	122,4
5.3.2.3	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 25 mm	137	0,74	101,38
5.3.2.4	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 32 mm	13	0,95	12,35
5.3.2.5	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 40 mm	13	1,05	13,65
5.3.2.6	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 63 mm	30	1,32	39,6
5.3.2.7	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Ø 75 mm	68	12,6	856,8
5.3.2.8	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	5	22,5	112,5
			Subtotal	1346,43

5.3.3. TABLA RESUMEN

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO III	IMPORTE (€)
5.3.1	CABLES	70246,876
5.3.2	TUBOS	1346,43
	SUBTOTAL	71593,306

5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

5.4.1. PUESTA A TIERRA

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.4.1.1	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	4	14,35	57,40
5.4.1.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad.	4	27,32	109,28
5.4.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección.	240	5,44	1305,60
5.4.1.4	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada	16	7,85	125,60
5.4.1.5	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	25,87	25,87
5.4.1.6	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	16	22,00	352,00
			Subtotal	1975,75

5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

5.5.1. ALUMBRADO INTERIOR

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.5.1.1	Philips TBS771 6xTL5-14W	120	269,46	32335,2
5.5.1.2	Philips BBS481 1xDLED-3000	75	381,61	28621
5.5.1.3	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	61068,7

5.5.2. ALUMBRADO EXTERIOR

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.5.2.1	Philips master colour CDM-TD/Rx7s/70	15	15,49	232,35
5.5.2.2	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	344,85

5.5.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.5.3.1	DUNNA COMBINADO DC-150 (150LM)	14	154,08	2157,12
5.5.3.2	DUNNA COMBINADO DC2-150 (140LM)	5	149,56	747,8
5.5.3.3	DUNNA COMBINADO DC-60 (60LM)	21	98,31	2064,51
5.5.3.4	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	5081,93

5.5.4 TABLA RESUMEN

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO V	IMPORTE (€)
5.5.1	ALUMBRADO INTERIOR	61068,7
5.5.2	ALUMBRADO EXTERIOR	344,85
5.5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5081,93
	SUBTOTAL	66495,48

5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS

5.6.1. TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES...

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.6.1.1	Toma de corriente (2P+T)de 16 A con caja de empotrar, 230 V. Marca:Legrand	45	8,97	403,65
5.6.1.2	Toma de corriente trifásica de 32 A (4P+T) con caja de empotrar, 400V. Marca: Legrand	14	24,13	337,82
5.6.1.3	Pulsador monopolar, 10 A, 24 V, Serie: Coral Marca: BJC	4	3,9	15,6
5.6.1.4	Conmutador paralelo o de vaivén, 10 A, 24 V, Serie: Coral Marca: BJC	18	5,6	100,8
5.6.1.6	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
			Subtotal	970,37

5.7. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

5.7.1. BATERÍA DE CONDENSADORES

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.7.1.1	Batería automática serie mini 30 de 5 KVAR con escalones de (1,66 + 3,33 KVAR) marca CISAR.	1	708	708
5.7.1.2	Batería automática serie mini 30 de 7,5 KVAR con escalones de (2,5 + 5 KVAR) marca CISAR.	1	749	749
5.7.1.3	Batería automática serie estándar 400 de 125 KVAR con escalones de (2*12,5+2*25+50) marca CISAR.	1	2680	2680
5.7.1.4	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	2	22,5	45
			Subtotal	4314

5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1. OBRA CIVIL

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.1.1	Preparación y acondicionamiento para instalación de edificio prefabricado de Ormazábal tipo PFU-4. Dimensiones de excavación: 5260 mm de longitud, 3180 mm de anchura y 560 mm de profundidad. Colocación de capa de arena de 0,1 m, colocación de tubos de canalización, relleno, compactado del hueco perimetral con materiales de la excavación, reposición del pavimento y retirada de sobrante a vertedero, instalación incluida.	1	855,00	855,00

5.8.2. CASETA DEL CENTRO

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.2.1	Caseta tipo PFU-4, de la marca ORMAZABAL, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye el precio del montaje y del transporte.	1	8360,07	8360,07

5.8.3. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.3.1	Transformador trifásico, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400KVA, refrigeración natural de aceite, de tensión 13,2/0,4KV, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito 4%. Medidas del transformador: 1537 mm de largo, 941 mm de ancho y 1004 mm de alto, de 1330 Kg de peso total. Incluye instalación.	1	10410,00	10410,00

5.8.4. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.4.1	CELDA DE LÍNEA: CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn=24 KV, In=400 A, de 370 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornes de los cables de Media Tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	1245,00	1245,00
5.8.4.2	CELDA DE MEDIDA: Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24 KV, In=400 A, de 800 mm de ancho, 1800 mm de alto y 1025 mm de fondo, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	4960,00	4960,00
5.8.4.3	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In=400 A, de 480 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	4050,00	4050,00
			Subtotal	10255

5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.5.1	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 0830	1	166,63	166,63
5.8.5.2	Interruptor automático Merlin Gerin Micrologic 2.0 NS1000N, Calibre 1000 A, PdC 15KA, 4p Curva B	1	7777,55	7777,55
5.8.5.3	BOBINA MX 220-240V 50/60HZ 208-277V 60HZ	1	116,04	116,04
5.8.5.4	Toroidal MA 120mm Merlin Gerin	1	396,37	396,37
5.8.5.5	Rele Dif.RH99M 30mA/30A 0- 4,5s 220-240vac Merlin Gerin	1	276,01	276,01
			Subtotal	8732,6

5.8.6. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.8.6.1	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5x3 m a 0,8 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm ² y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 4 m de largo. Incluida línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada	1	980,00	980,00
5.8.6.2	Puesta a tierra interior CT: Conjunto de conductores de cobre de 50mm y conexionado a todas las partes metálicas (celdas, transformador, rejillas, herrajes, puerta, etc.)	1	180,50	180,50
5.8.6.3	Tierra de servicio realizada en hilera con 9 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm ² uniendo 3 picas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud separadas 3 m entre sí a 0,5 m de profundidad, unido al centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm ² RV-K 0.6/1 KV. Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluidos elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado.	1	590,00	590,00
5.8.6.4	Punta de tipo Franklin de 5 m de altura para la protección ante la descarga atmosférica de rayos de 10 KA. Totalmente instalado y conexionado	1	728,32	728,32
			Subtotal	2478,82

5.8.7. TABLA RESUMEN

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO VIII	IMPORTE (€)
5.8.1	OBRA CIVIL	855
5.8.2	CASETA DEL CENTRO	8360,07
5.8.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	10410
5.8.4	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	10255
5.8.5	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	8732,6
5.8.6	PUESTA A TIERRA DEL C.T	2478,82
	SUBTOTAL	41091.49



5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.9.1. SEGURIDAD Y SALUD

Nº orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.9.1.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	5	4,25	21,25
5.9.1.2	Placa señalización PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente.	5	12,35	61,75
5.9.1.3	Señal de seguridad triangular y soporte de L=70 cm, normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje según RD.485/97	2	14,56	29,12
5.9.1.4	Gafas protectoras contra impactos, incoloras	5	3,78	18,9
5.9.1.5	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas	5	1,5	7,5
5.9.1.6	Protectores auditivos con arnés a la nuca	10	3,12	31,2
5.9.1.7	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables.	10	1,41	14,1
5.9.1.8	Faja protección lumbar	5	3,84	19,2
5.9.1.9	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón	5	10,52	52,6
5.9.1.10	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica	5	2,63	13,15
5.9.1.11	Cinturón portaherramientas	2	6,74	13,48
5.9.1.12	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster algodón	5	17,29	86,45
5.9.1.13	Par de guantes de uso general de maniobra	7	3,5	24,5
5.9.1.14	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en 3 usos	7	38,45	269,15
5.9.1.15	Banqueta aislante para maniobrar la aparamenta	2	150,5	301
5.9.1.16	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	2	5,75	11,5
5.9.1.17	Extintor de polvo químico ABC polivalente antigrasa de eficacia 34ª/233B, de 6 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110 medida la unidad instalada	2	56,5	113
			Subtotal	1087,85

**5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN**

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (euros)
CAPITULO I	ACOMETIDA	25147,78
CAPITULO II	PROTECCIONES	23333,96
CAPITULO III	CONDUCTORES, TUBOS, CANALIZACIONES	71593,31
CAPITULO IV	PUESTA A TIERRA	1975,75
CAPITULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	66495,48
CAPITULO VI	ELEMENTOS VARIOS	970,37
CAPITULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	4314
CAPITULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	41091,49
CAPITULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	1087,85
TOTAL	PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	236001
	GASTOS GENERALES 5%	11800,5
	BENEFICIO INTEGRO 10%	23601
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	271402,5
	HONORARIOS DEL PROYECTO 4%	10856,1
	HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA 4%	10856,1
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	293114,7
	IVA 21%	61554.09
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	354668,79

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de “TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CENTIMOS”



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO.....	1
6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	1
6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	1
6.4 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO.....	2
6.4.1 EL TRABAJO.....	2
6.4.2 LA SALUD.....	2
6.4.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES.....	2
6.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	4
6.5.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO.....	4
6.5.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO.....	4
6.5.3 RIESGO ELÉCTRICO.....	4
6.5.4 RIESGO DE INCENDIO.....	5
6.6 MEDIO AMBIENTE FÍSICO.....	5
6.6.1 RUIDO.....	5
6.6.2 VIBRACIONES.....	5
6.6.3 RADIACIONES.....	5
6.6.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS.....	6
6.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.....	6
6.7.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS.....	6
6.7.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS.....	6
6.8 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN.....	6
6.9 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO.....	7
6.9.1 NORMAS GENERALES.....	7
6.9.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS.....	8
6.9.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES.....	8
6.9.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE.....	8
6.9.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO.....	9
6.9.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES.....	9
6.9.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS.....	9
6.9.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS.....	9
6.9.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMINETAS.....	10
6.9.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS:.....	10
6.9.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS.....	10



6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO.

Este estudio tiene como objeto el que la empresa contratista que lleve a cabo la instalación a que hace referencia este Proyecto, la lleve a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores, cumpliendo así lo ordenado en el Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termohigrométricas).
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Campos eléctricos y magnéticos.
- Presiones y depresiones.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

6.4 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO.

6.4.1 EL TRABAJO.

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

6.4.2 LA SALUD.

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

6.4.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES.

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

a) Condiciones de trabajo

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de riesgos.

Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Máquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos.
- Manipulación, transporte,...

2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones (ionizantes o no)

3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma de aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente del trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,...)

5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.
- Psicosociología.
- Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

6.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para evitar el mayor número de accidentes posibles hay que extremar las siguientes precauciones:

6.5.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

6.5.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

6.5.3 RIESGO ELÉCTRICO

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.5.4 RIESGO DE INCENDIO

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego). Factores a tener en cuenta en la actuación contra el incendio:
- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.

6.6 MEDIO AMBIENTE FÍSICO.

6.6.1 RUIDO.

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.6.2 VIBRACIONES.

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 hertzios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hertzios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hertzios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

6.6.3 RADIACIONES.

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos γ , partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su orbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos. Provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.

- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia. Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

6.6.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS.

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

6.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.

6.7.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS.

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transportarse, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca laringe, pulmones,...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones. Los efectos de estos contaminantes son:
 - Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
 - Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
 - Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
 - Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
 - Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
 - Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
 - Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
 - Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

6.7.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS.

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

6.8 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

El artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales señala las obligaciones que tiene el empresario relacionadas con la adopción de medidas de emergencia en la empresa o centro de trabajo.



El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

Para ello debe designar a las personas encargadas de poner en práctica estas medidas y comprobar periódicamente su correcto funcionamiento. El personal citado deberá poseer la formación necesaria, ser un número suficiente y disponer del material adecuado en función de las circunstancias señaladas.

Para la aplicación de esas medidas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos de la empresa que garanticen la rapidez y eficacia de las mismas.

El plan de Autoprotección es un estudio completo desde el punto de vista de la seguridad de un edificio o un grupo de ellos, incluyendo las actividades que en ellos se desarrollen, con sus instalaciones de prevención y protección con lo que cuenta, así como los medios humanos y materiales disponibles.

Contenidos:

- Evaluación del riesgo: Valoración de las condiciones de riesgo del edificio en función de los medios disponibles.
- Medios de protección: Medios humanos y materiales disponibles y precisos, determinando los equipos y sus funciones para establecer los datos de interés que garanticen la prevención de riesgos.
- Plan de emergencia: Contempla las diversas hipótesis de emergencia, los planes de actuación de cada una de ellas y las condiciones de uso y mantenimiento de las instalaciones.
- Implantación; Divulgación general del plan, programas de formación específica del personal incorporado al mismo, realización de simulacros, programas de seguimientos,...

6.9 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO.

6.9.1 NORMAS GENERALES.

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.



Estudio de seguridad y salud

- ### 6.9.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS.

- ### 6.9.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES.

- #### 6.9.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE.

- En la manipulación de tableros deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tableros punzantes, cortantes o con aristas vivas.

d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

6.9.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

6.9.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

6.9.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es remplazarlos por otros nuevos.

6.9.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS.

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.



Estudio de seguridad y salud

- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:

- Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contraincendios, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc. Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
- Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.

- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado:
 - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
 - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos. f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.

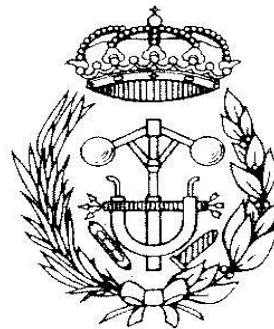


i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.

- Desconectar la corriente.
- Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
- Practicar la respiración artificial inmediatamente.
- Avisar al médico.

j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos:

- Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
- Para utilizar un aparato o instalación eléctrica, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
- No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
- En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
- En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

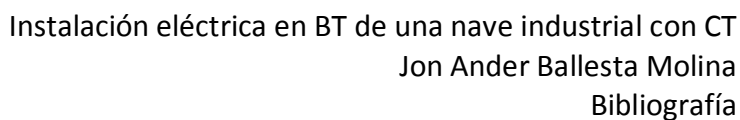
“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

BIBLIOGRAFÍA

Jon Ander Ballesta Molina

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Noviembre 2012



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS.....	1
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS	2
7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos	2
7.2.2 Otras direcciones WEB de interés.....	3
7.2.3 Otras páginas de interés.....	3



7. BIBLIOGRAFÍA.

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización de este proyecto se han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 agosto 2002)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía Eléctrica.
- Normas Tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martínez Domínguez. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed. Paraninfo.
- Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios. Jesús Trashorras Montecelos. Ed. Paraninfo.



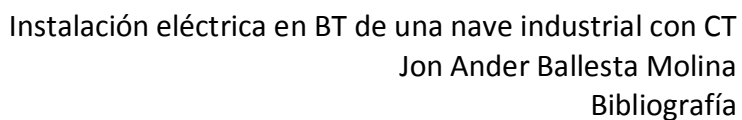
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Manual Práctico de Iluminación. Franco Martín. AMV Ediciones.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Ángel Lagunas Marqués. Ed. Paraninfo.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogos Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS.

7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos

Las direcciones de las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto son las siguientes:

- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos desde Muy Alta Tensión hasta Muy Baja Tensión para aplicaciones terrestres, aéreas y submarinas.
<http://www.es.prysmian.com/>
- **PHILIPS:** Todo tipo de lámparas y luminarias para cualquier determinado local.
<http://www.lighting.philips.com/>
- **VOLTUUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación
<http://www.voltium.es/>
- **NORMALUX:** Lámparas y luminarias de emergencia y señalización. Tomas de corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...
<http://www.normalux.com/>
- **BJC:** Bases de enchufe, interruptores, conmutadores...
<http://www.bjc.es/>
- **MERLIN GERIN:** Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celas del centro de transformación, interruptores automáticos, magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...
<http://www.schneiderelectric.es/>
<http://www.merlengerin.es/>



- <http://www.ormazabal.com/>

<http://www.unesa.es/>

- <http://www.iberdrola.es/>

<http://www.todoexpertos.com/>

Ballesta Molina Jon Ander